বেতার তথ্য

দ্বিতীয় খণ্ড

(দ্বিতীয় সংস্করণ)

মূল্য ৮৲ টাকা

শ্রীনির্ম্মলচাঁদ শীল

কর্ত্তৃক সম্পাদিত

প্রকাশক—শ্রীরূপচাঁদ শীল

শীল রেডিও এণ্ড ইলেকট্রিক্যাল এম্পোরিয়াম

১৪, দুর্গা পিথুরী লেন, কলিকাতা-১২

ফোন: ৩৪-১৪৬০

প্রথম সংস্করণ—সেপ্টেম্বর—১৯৫৭

দ্বিতীয় সংস্করণ—আগষ্ট—১৯৫৯

মুদ্রাকর শ্রীসতীশচন্দ্র চন্দ

নিউ গোল্ডেন আর্ট প্রেস (প্রাইভেট) লিঃ

১৪, দুর্গা পিথুরী লেন,

কলিকাতা-১২

নিবেদন

বহুদিন পরে **"বেতার তথ্য"**-র দ্বিতীয় খণ্ড প্রকাশিত হল। নানান বাধা বিপত্তি অতিক্রম করতে গিয়েই এই অবাঞ্ছিত বিলম্ব ঘটে গেল।

'বেতার তথ্য'-র প্রথম খণ্ড যে সমাদর লাভ করেছে তা তার তৃতীয় সংস্করণ দেখলেই বুঝা যায়। কিন্তু যাঁর চেষ্টায় ও পরিশ্রমে বেতারের দুরূহ জটীল তথ্য ভাষান্তর লাভ করেছিল, আজ তিনি ইহজগতে নাই। সামান্য ঘটনার মধ্যদিয়ে কেমন করে মানুষ পরপারের ডাকে সাড়া দিয়ে চলে যায় লেখক ৺কালাচাঁদ শীল নিজে তার উদাহরণ।

জাতীয় সম্পদের যে অপূর্ণ অধ্যায় তাঁর চোখে ধরা পড়েছিল—যা পুরণ করার জন্য তিনি বদ্ধপরিকর ছিলেন—আর যাকে তিনি জীবনের ব্রত বলে ধরে নিয়েছিলেন, তাকে বাস্তবে রূপ দেবার জন্য আজ তাঁর প্রয়োজন ছিল। তিনি দেখেছিলেন যে বিজ্ঞানের অগ্রগতির সঙ্গে সঙ্গে রেডিও বিজ্ঞানও যে প্রসার লাভ করছে তাকে পূর্ণাঙ্গ করে তুলতে গেলে মাতৃভাষায় বিস্তৃত ও তথ্যমূলক পুস্তক প্রকাশেরও প্রয়োজন আছে। তাই তিনি চেয়েছিলেন স্তরে স্তরে তার মূল ও দুরূহ তথ্যগুলি সহজ ও সরল ভাষায় ও পূর্ণাঙ্গভাবে সাহিত্যাকারে সন্নিবেশিত করতে; প্রথম খণ্ড তারই বাস্তবরূপ।

আধুনিককালে সুপারহেটেরোডাইন রিসিভার বিশেষ সমাদর লাভ করেছে। রেডিও-বিজ্ঞানের সকল সমস্যাই আজ সুপারহেটেরোডাইন নিয়ে। তাই থিওরিটিক্যাল ও প্র্যাকটিক্যালের মধ্যদিয়ে তার নির্ম্মাণ-কৌশল ও দুরূহ তথ্য এই দ্বিতীয় খণ্ডে আলোচনা করা হয়েছে।

বহু শিক্ষার্থী ও পাঠকগণের বিশেষ অনুরোধে ট্রানজিস্টর রিসিভারের নির্মাণ-কৌশল সম্বন্ধে কিছু এই পুস্তকে যুক্ত করা হল।

গ্রন্থখানি যাতে সরল ও সহজবোধ্য হয় সেজন্য আমি চেষ্টার ত্রুটি করিনি। শিক্ষা ও শিক্ষকের মনোবৃত্তি নিয়ে তিনি যা লিখে গেছেন তা যদি অপ্রকাশিত রয়ে যায় তবে তাঁর সমগ্র জীবনের শ্রম ও ব্রত সার্থকতা লাভ করতে পারে না। তাই তাঁর আলোচনার সঙ্গে সম্পর্ক ও ধারা বজায় রেখে যতটুকু না করলে অধ্যায় অসম্পূর্ণ রয়ে যায় ঠিক ততটুকুই আমি সন্নিবেশিত করেছি। এতে অনিচ্ছাকৃত ভুলও থাকতে পারে। তবে এই বইয়ের শ্রীবৃদ্ধি ও একে ত্রুটিহীন করার জন্য সহৃদয় সকল গুণী ব্যক্তিগণের সমালোচনা সাদরে গৃহীত হবে এবং তা পরবর্ত্তী সংস্করণে সংশোধন করে প্রকাশিত হবে।

এই গ্রন্থ প্রকাশে যাঁরা নানা প্রকার সাহায্যাদি করে আমাকে উপকৃত করেছেন, তাঁদের প্রতি আমার আন্তরিক কৃতজ্ঞতা জানাচ্ছি। প্রথম খণ্ড যেভাবে শিক্ষার্থীদের প্রয়োজন মেটাতে সক্ষম হয়েছে, দ্বিতীয় খণ্ডও যদি সেইরূপ সমাদর লাভ করতে পারে—তবেই আমার এই ক্ষুদ্র প্রচেষ্টা সার্থকতা লাভ করবে।

রাধাষ্টমী
১লা সেপ্টেম্বর, '৫৭

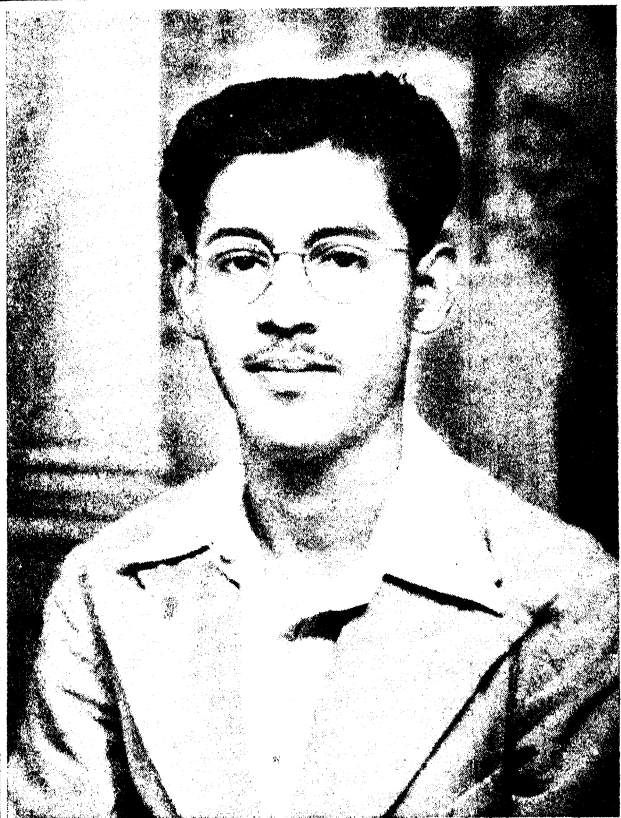
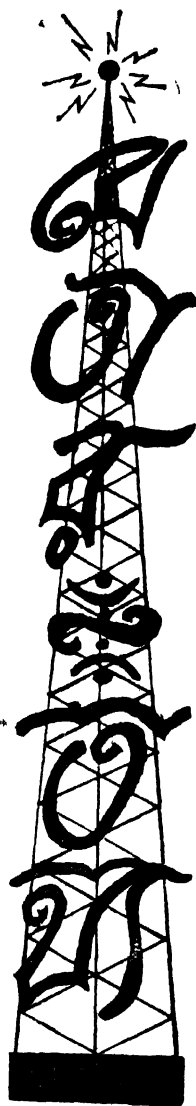
বিনীত—
শ্রীনির্মলচাঁদ শীল

সূচী-পত্র

প্র্যাকটিক্যাল শিক্ষা

তারের সংযোগ—রেজিষ্ট্যান্স ও কনডেন্সারের সংযোগ—কয়েল নির্ম্মাণ কৌশল—আর-এফ কয়েল—অসিলেটর কয়েল।

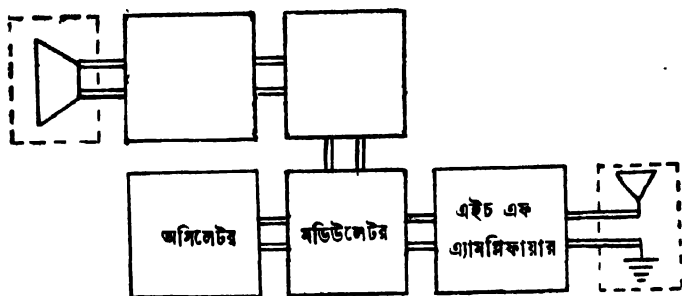
কয়েকটি প্রয়োজনীয় সার্কিট

একটি ট্রানজিসটর যুক্ত সার্কিট—তার পার্টস—তার প্র্যাকটিক্যাল সংযোগ ব্যবস্থা—দু'টি ট্রানজিসটর যুক্ত সার্কিট—তার পার্টসের তালিকা—৮ ওয়াট এ সি/ডি সি এ্যামপ্লিফায়ার—পার্টসের তালিকা—১০ ওয়াট এ সি এ্যামপ্লিফায়ার—তার পার্টসের তালিকা—প্রভৃতি কতকগুলি পরীক্ষিত সার্কিটের গঠন-প্রণালী।

কালাচাঁদ শীল

শব্দ গ্রহণ ও প্রেরণ

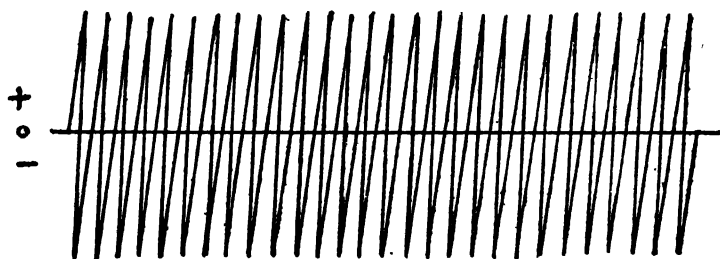
রেডিও টেক্নিকের প্রতিটি বিষয়কে প্রতিটি অধ্যায়ের মাধ্যমে পৃথক পৃথক ভাবে আলোচনা করার পূর্ব্বে প্রথমেই যাতে সেই সব বিষয়-বস্তুগুলির একটা মোটামুটি ধারণা গড়ে তুলতে পারা যায়—যেমন কি ভাবে রেডিও ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশনের ষ্টুডিও ঘরের কোন গান বা বাজনা হাজার হাজার মাইল দূরে অবস্থিত শ্রোতাকে আনন্দ দেয়—সেই সম্বন্ধেই এই অধ্যায়ে বর্ণনা করা হয়েছে। এ বিষয়ে আলোচনা করার পূর্ব্বে আর একটি বিষয় বলে রাখি যা পাঠকদের খুব ভালভাবে মনে রাখতে হবে। সেটা হচ্ছে—**ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশন** নিজে কোন রকম সাউণ্ড বা ঐ জাতীয় ইলেকট্রিসিটিকে প্রেরণ করে না। তবে তার কাজ অনুযায়ী এটিকে বিদ্যুৎ পরিচালিত এক ধরণের বৈজ্ঞানিক যন্ত্র বলা চলে। এর কাজ কেবল মাইক্রোফোন থেকে এরিয়াল পর্য্যন্ত।

বেতারের সাহায্যে শব্দ প্রেরণ

মাইক্রোফোনঃ—মাইক্রোফোন থেকে এরিয়াল অবধি ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশনের বিভিন্ন কার্য্যকারিতাকেই ১নং চিত্রে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

১নং চিত্রের প্রথমেই যাকে অঙ্কন করা হয়েছে তাকে বলা হয় মাইক্রোফোন। ইহা ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশনে রক্ষিত থাকে কারণ এর কাজই হচ্ছে শব্দ-তরঙ্গকে (সাউণ্ড ওয়েভস্) বৈদ্যুতিক-তরঙ্গে (ইলেক্‌ট্রিক্যাল্ কারেণ্ট) রূপান্তরিত করা অর্থাৎ এর সামনে যদি কোন গান গাওয়া বা কোন বাদ্যযন্ত্র বাজান যায় তা

১নং চিত্র—ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশনে ব্যবহৃত ট্রান্সমিটারের ব্লক ডায়গ্রাম

হলে তা থেকে পাওয়া সাউণ্ড-এর ফ্রিকোয়েন্সির অনুরূপ ফ্রিকোয়েন্সি-যুক্ত ইলেকট্রিক কারেণ্ট এই মাইক্রোফোন যন্ত্রের দ্বারা উৎপন্ন হয়ে থাকে। ব্রডকাষ্টিং ষ্টুডিওতে ব্যবহৃত এই যন্ত্রটি অত্যন্ত সূক্ষ্ম যন্ত্র। কারণ সেখানে সাউণ্ড ওয়েভসের প্রতিটি ফ্রিকোয়েন্সিকেই রূপান্তরের প্রয়োজন হয় অর্থাৎ যদি কোন বাদ্যযন্ত্র থেকে সেকেণ্ডে ৪০০ সাইক্লস্‌যুক্ত ওয়েভ এই মাইক্রোফোন যন্ত্রের সম্মুখে সৃষ্টি করা হয় তা হলে ঠিক ৪০০

সাইক্লসেরই কারেণ্ট প্রবাহের দরকার হয়। খুব ভাল একটা মাইক্রোফোন থেকে পাওয়া কারেণ্টের ফ্রিকোয়েন্সি তার সাউণ্ড অনুযায়ী সাধারণতঃ ১৫ থেকে ২৫000 সাইক্লস্ পর্য্যন্ত ওঠা-নামা করতে পারে, তা হলেও এত বেশী ফ্রিকোয়েন্সি ব্যাণ্ডের দরকার হয় না। কারণ সাধারণতঃ দেখা গেছে 8,000 সাইক্লসের উর্দ্ধে সংকেত প্রেরণ করা অসম্ভব। আবার খুব লো-ফ্রিকোয়েন্সির সাউণ্ডও প্রেরণের অনুপযুক্ত। আর সম্ভব হলেও তাতে সমস্যার সৃষ্টি হতো কারণ প্রেরিত ওয়েভসটি এমন একটি

২নং চিত্র—কেরিয়ার ওয়েভস

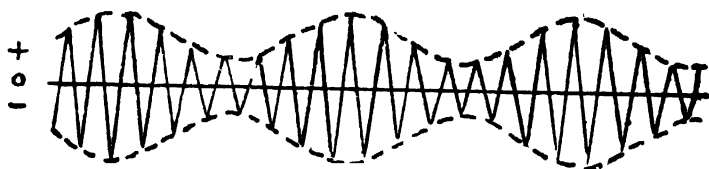
নির্দ্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সির (Fixed Frequency) হওয়া দরকার যাতে করে জগতের হাজার হাজার ষ্টেশন থেকে প্রেরিত ওয়েভসগুলির মধ্য থেকে ঐ নির্দ্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সির ওয়েভসটি আমাদের রিসিভার দ্বারা বেছে নেওয়া চলে।

রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি (Radio Frequency or R. F)—এই সমস্যার সমাধান করার জন্যই সাউণ্ড ওয়েভসকে কেরিয়ার ওয়েভস্ নামে এক প্রকার খুব উচ্চ স্পন্দন-যুক্ত ওয়েভসের সাথে মিশ্রিত করা হয়। প্রেরক যন্ত্রের (ট্রান্সমিটারের) যে অংশ এই উচ্চ স্পন্দনযুক্ত ফ্রিকোয়েন্সির সৃষ্টি করে তাকে

বলা হয় অসিলেটর। অসিলেটর থেকে পাওয়া ঐ উচ্চ স্পন্দন-যুক্ত অল্টারনেটিং কারেন্টকে যাকে এক কথায় বলা হয় রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি ২নং চিত্রে তাকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। তবে এই উচ্চ স্পন্দনযুক্ত রেডিও ফ্রিকোয়েন্সির প্রত্যেকটি স্পন্দনকে অঙ্কন করে দেখান সম্ভব নয় কারণ এদের সংখ্যা অনেক বেশী —যেমন উদাহরণস্বরূপ যদি বলা হয়, একটা ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশন থেকে ১,৫০০ কিলো সাইক্লস (1500 K. C) ফ্রিকোয়েন্সিকে ট্রান্সমিট করা হচ্ছে—তার মানে সেখানকার অসিলেটর সার্কিট থেকে যে অল্টারনেটিং কারেন্টের (এক্ষেত্রে রেডিও ফ্রিকোয়েন্সি) উৎপত্তি হচ্ছে তা সেকেণ্ডে ৩০ লক্ষ বার দিক পরিবর্ত্তন করছে —এত উচ্চ তাদের স্পন্দন।

কেরিয়ার ওয়েভস্ (Carrier Waves)—লক্ষ্য করলেই দেখতে পাব অসিলেটর থেকে পাওয়া এই কারেন্টের ভাইব্রেশন্ নিয়মিতভাবে দিক পরিবর্ত্তন করছে এবং সেই জন্যই একে বলা হয় **কনটিনিউয়াস্ ওয়েভস্** (Continuous Waves)। পূর্ব্বেই বলেছি যে ঐ দিক পরিবর্ত্তন অত্যন্ত দ্রুত সাধারণতঃ ১৫০,০০০ থেকে ২৫০০০,০০০ সাইক্লস প্রতি সেকেণ্ডে। যখন এই কারেন্ট মডিউলেটর-এ (Modulator) এসে উপস্থিত হয় এবং বিপরীত দিক থেকেও মাইক্রোফোনের কারেন্ট এ্যাম্প্লিফায়ারের সাহায্যে হাজার হাজার গুণ বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয়ে মডিউলেটরে এসে উপস্থিত হয় তখন উভয়েই মিশ্রিত হয়ে পড়ে। মডিউলেটরের এই বিশেষ গুণটির জন্যই তাকে **মিক্সার** বলা হয়। কারণ, এখানেই মাইক্রোফোনের ঐ পালসেটিং কারেন্টের সাথে অসিলেটরের অসিলেটিং কারেন্ট মিশ্রিত হয়। আমরা এখানে মাইক্রোফোনের ঐ পাল্‌সেটিং কারেন্টকে মাইক্রোফোন-ওয়েভস বা সাউণ্ড-ওয়েভস বলে ধরে নিতে পারি, কারণ এটা সাউণ্ড ওয়েভসেরই অনুরূপ। তা হলে মোটের উপর আমরা এই

দেখতে পাচ্ছি যে, মডিউলেটর নিজে সাউণ্ড ওয়েভসকে, কনটিনিউয়াস ওয়েভসের ঘাড়ে চাপিয়ে দেয়। ফলে মডিউলেটর থেকে ৩নং চিত্রের ন্যায় যে ওয়েভস্ পাওয়া যায় তাকে বলা হয় **মডিউলেটেড কেরিয়ার ওয়েভস্**। কারণ, কনটিনিউয়াস ওয়েভস্ সাউণ্ড ওয়েভসের সাথে মিশ্রিত হয়ে সাউণ্ড ওয়েভসের কেরিয়ার বা বাহক হিসাবে কাজ করে। তাই কনটিনিউয়াস ওয়েভসের আর এক নাম **কেরিয়ার ওয়েভস**।

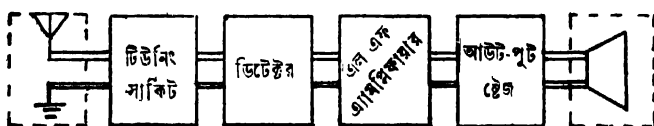
পরবর্ত্তী ষ্টেজ হচ্ছে হাই ফ্রিকোয়েন্সি এ্যামপ্লিফায়ার। এর কাজ হলো ঐ মডিউলেটেড্ কেরিয়ার ওয়েভসের এ্যামপ্লিটিউডকে

৩নং চিত্র—মডিউলেটেড কেরিয়ার ওয়েভস্

ট্রান্সমিটারের পাওয়ার অনুযায়ী বৃদ্ধি করা এবং এরিয়াল সার্কিটে প্রেরণ করা।

এরিয়াল ও আর্থ সার্কিটের কার্য্যকারিতা পরে বলা হবে, এখন শুধু এইটুকুই বলা চলে যে এখান থেকেই ওয়েভসটি জগতের চারিদিকে ছড়িয়ে পড়ে। এখানে আবার উল্লেখ করে রাখা ভাল যে এই ওয়েভসটি (রেডিও ওয়েভসটি) সাউণ্ড ওয়েভসেরই রূপান্তর, তবে হাই-ফ্রিকোয়েন্সি যুক্ত। পার্থক্যের মধ্যে এই যে সাউণ্ড ওয়েভস বায়ুর মাধ্যমে চলাফেরা করে আর এই ওয়েভস (রেডিও ওয়েভস) এর জন্য বায়ুর ন্যায় কোন স্পর্শনীয় মাধ্যমের দরকার হয় না। এ কেবল শূন্যের মধ্যদিয়ে (ঈথারের মধ্যদিয়ে) চলাফেরা করে। এত সহজ এদের গতি যে, ইটের দেওয়াল, জলীয় মেঘ

প্রভৃতি যে কোন বাধাকে এরা সহজেই অতিক্রম করে সেকেণ্ডে ১,৪৬,০০০ মাইল গতিতে জগতের চারিদিকে চলাফেরা করতে পারে।

বেতারের সাহায্যে শব্দ গ্রহণ

টিউনার (Tuner) :— ঐ রূপান্তরিত সাউণ্ড ওয়েভস বা রেডিও ওয়েভস ট্রান্সমিটার থেকে বেড়িয়ে যতই দূরবর্ত্তী হতে থাকে ততই তার এ্যামপ্লিটিউড কমতে থাকে এবং এই ভাবে চলতে গিয়ে যখনই কোন গ্রাহক-যন্ত্রের (রিসিভারের) এরিয়ালে এসে লাগে তখনই সেখানে একটা অল্প শক্তি বিশিষ্ট ইলেকট্রিক্ কারেন্টের সৃষ্টি হয়। পূর্ব্বেই বলেছি প্রত্যেকটি

৪নং চিত্র—একটি রেডিও গ্রাহক যন্ত্রের ব্লক ডায়গ্রাম

ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশন থেকেই একটা নির্দ্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সিতে সিগন্যাল প্রেরণ করা হয়। এইভাবে বিভিন্ন ষ্টেশন থেকে প্রেরিত ভিন্ন ভিন্ন ফ্রিকোয়েন্সিগুলি একই সঙ্গে রিসিভারের এরিয়ালে এসে পড়ে। কাজে কাজেই সেগুলিকে পৃথক পৃথক ভাবে বেছে নেওয়াই রেডিও রিসিভারের প্রধান ও প্রথম কাজ। ৪নং চিত্রে রেডিও গ্রাহক যন্ত্রের প্রয়োজনীয় ষ্টেজগুলিকেই অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এটিকে একটি তিন ভ্যালভ্-টাইপ রিসিভারের সংক্ষিপ্ত চিত্র বলা চলে। চিত্র লক্ষ্য করলেই দেখা যাবে, প্রথমেই প্রয়োজনীয় সিগন্যালটিকে বেছে নেওয়ার

পর ঐ ক্ষীণ দুর্ব্বল কারেণ্টকে হাই-ফ্রিকোয়েন্সি এ্যামপ্লিফায়ার সার্কিটে পৌঁছে দেওয়া হয়। এই সার্কিটের কাজই হলো এরিয়াল থেকে পাওয়া সিগন্যালটির হাই-ফ্রিকোয়েন্সির কারেণ্টের এ্যামপ্লিটিউড্ বৃদ্ধি করা।

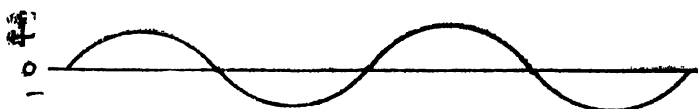
মডিউলেশন (Modulation) :— বাহক হিসাবে কেরিয়ার ওয়েভসের কাজ এই পর্য্যন্তই। কারণ পূর্ব্বেই বলেছি ট্রান্সমিটার থেকে সাউণ্ড ওয়েভসকে বহন করে নিয়ে হাজার হাজার মাইল দূরে অবস্থিত রিসিভারে পৌঁছে দেওয়াই এর কাজ, এবং এও বলা হয়েছে যে এই কেরিয়ার ওয়েভস এত উচ্চ স্পন্দনজাত (সাধারণতঃ ১,৫০,০০০ থেকে ২,৫০,০০,০০০ সাইক্লস প্রতি সেকেণ্ডে) যে মনুষ্য-শ্রবনোপযুক্ত নয় (মানুষ কেবল প্রতি সেকেণ্ডে ১৬ থেকে ১৬০০০ সাইক্লস যুক্ত ফ্রিকোয়েন্সিকেই শ্রবন করতে পারে)। তাই হাই-ফ্রিকোয়েন্সি এ্যামপ্লিফায়ার থেকে পাওয়া ঐ শক্তিশালী সিগন্যালটিকে শ্রবণোপযুক্ত করতে হলে প্রথমেই তাকে কেরিয়ার ফ্রিকোয়েন্সি থেকে মুক্ত করতে হবে। এই কার্য্য সাধিত হয় ডিটেক্টর সার্কিট দ্বারা।

ডিটেকশন (Detection) :—৩নং চিত্র লক্ষ্য করলেই দেখা যাবে মডিউলেটেড্ কেরিয়ার ওয়েভসের উভয় প্রান্তের উপরি ভাগেই সাউণ্ড ওয়েভস বর্ত্তমান। কাজে কাজেই মডিউলেটেড্ কেরিয়ার ওয়েভসের এক দিক থেকে অর্দ্ধেকটা (চিত্রে চিহ্নিত — বা + দিকের যে কোন এক দিক) নষ্ট করে অপর অর্দ্ধেকের উপরি ভাগের সাউণ্ড ওয়েভসকে কেরিয়ার ওয়েভস্ থেকে পৃথক করে ফেলাই হচ্ছে ডিটেক্টর সার্কিটের কাজ। ফলে ডিটেক্টরের আউট্পুট্ থেকে ৫নং চিত্রের ন্যায় যে সাউণ্ড-ফ্রিকোয়েন্সি-কারেণ্ট পাওয়া যায় তা ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশনের

মাইক্রোফোন থেকে ট্রান্সমিটার পর্য্যন্ত প্রবাহিত কারেন্টের অনুরূপ। এমন কি একই এ্যামপ্লিটিউড্ বিশিষ্ট।

রিপ্রোডাকশন অফ সাউণ্ড (Reproduction of Sound):— এই কারেন্ট রিসিভারের এরিয়াল থেকে পাওয়া এরিয়াল কারেন্ট অপেক্ষা হাজার হাজার গুণ শক্তিশালী হলেও লাউডস্পীকারকে কাজ করাবার সম্পূর্ণ অনুপযুক্ত। তাই পুনরায় একে আউট্-পুট্ ষ্টেজে নিয়ে যাওয়া হয়। এখানে ঐ সাউণ্ড-ফ্রিকোয়েন্সি কারেন্টকে আরও অধিক গুণ শক্তিশালী করে লাউড-স্পীকারকে কাজ করবার উপযুক্ত করে তোলা হয়।

বিভিন্ন মাপের লাউড-স্পীকার আছে এবং এদের মাপ নির্ভর করে সাধারণতঃ সম্মুখে লাগান পেপার কোন্ বা

৫নং চিত্র—সাউণ্ড ওয়েভস

ডায়্যাফ্র্যাম্-এর উপর। এই ডায়্যাফ্র্যামটি এমন ভাবে লাগান থাকে যাতে সে সহজেই সামনে ও পিছনে কাঁপতে পারে। তার এই কম্পন নির্ভর করে লাউড-স্পীকারে প্রেরিত সাউণ্ড-ফ্রিকোয়েন্সির কারেন্টের উপর। অর্থাৎ এই কারেন্ট অনুযায়ী ডায়্যাফ্র্যামটি একবার সামনে একবার পিছনে যাওয়া আসা করতে থাকে, ফলে তার সম্মুখ ভাগের বাতাসও সেইভাবে কাঁপতে থাকে। আবার বাতাসের এই কম্পন যখন আমাদের কানের পর্দ্দায় এসে লাগে তখনই আমরা সেই শব্দ শুনতে

পাই। কারণ বাতাসের কম্পন থেকেই শব্দের সৃষ্টি *। এই ভাবেই হাজার হাজার মাইল দূরে অবস্থিত ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশনের ষ্টুডিও ঘরের গান আমাদের ছোটো রিসিভারে ধরা পড়ে এবং তা শুনে আমরা আনন্দ পাই।

Test Questions

1. *Is the Broadcasting Station Transmitts any Sound or Electricity of that kind ?*
2. *Is it possible to Transmit signal above 8,000 cycles ?*
3. *What is the name given to the device which generates high-frequency ?*
4. *Why the High-frequency cannot be detected by mankind ? What is its approximate range per Second ?*
5. *Mention the frequency range that man can hear.*

* লাউডস্পিকার সম্বন্ধে প্রথম খণ্ডে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে

দ্বিতীয় অধ্যায়

শব্দের গোড়ার কথা

প্রোডাকশন অফ সাউণ্ড (Production of Sound)—পূর্ব্বে বলেছি বায়ুর মধ্যে কম্পনের (Vibration) সৃষ্টির দ্বারাই শব্দের সৃষ্টি। যেমন কোন সেতারের একটি তারকে যদি খুব জোর করে সামনের দিকে টেনে ছেড়ে দেওয়া যায় তাহলে তারটি পুনরায় তার স্বাভাবিক অবস্থায় ফিরে যাবে। কিন্তু ফিরে যাবার সময় তার গতির সমতা রক্ষা করতে না পারায় প্রথমে তার নির্দ্দিষ্ট স্থান থেকে কিছুটা এগিয়ে যাবে ও পরে তার নির্দিষ্ট স্থান থেকেই সামনে ও পিছনে কাঁপতে থাকবে। অবশেষে ধীরে ধীরে তার স্বাভাবিক অবস্থায় ফিরে আসবে। কাজে কাজেই তারের এই কম্পন বা ভাইব্রেশন্ থেকেই শব্দ বা সাউণ্ড-এর সৃষ্টি হয়। শুধু বাদ্য-যন্ত্র কেন--মানুষের কণ্ঠস্বর—বজ্রাঘাত প্রভৃতি বায়ুর মধ্যে একটা ভাইব্রেশন-এর সৃষ্টি করে তবেই শব্দের সৃষ্টি হয়।

শব্দ-কম্পনের ফ্রিকোয়েন্সি (Frequency of Sound Vibration)—প্রত্যেকটি শব্দের নির্দ্দিষ্ট কম্পন মাত্রা বা ফ্রিকোয়েন্সি আছে। আবার শব্দের এই ফ্রিকোয়েন্সি হচ্ছে এক সেকেণ্ডে বায়ুর মধ্যে উৎপন্ন ভাইব্রেশন সমষ্টির সমান।

হাই-ফ্রিকোয়েন্সির চেয়ে লো-ফ্রিকোয়েন্সিতে প্রতি সেকেণ্ডে উৎপন্ন ভাইব্রেশন বা স্পন্দন সংখ্যা কম থাকে। যেমন

লো-ফ্রিকোয়েন্সির সর্ব্ব নিম্ন ফ্রিকোয়েন্সি যেটি তার প্রতি সেকেণ্ডে উৎপন্ন ভাইব্রেশন সংখ্যা হচ্ছে ১৬ সাইক্লস। এর কমে মানুষ শুনতে পায় না। আর লো-ফ্রিকোয়েন্সির সর্ব্ব উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সি যেটি তার প্রতি সেকেণ্ডে উৎপন্ন ভাইব্রেশন সংখ্যা হচ্ছে ১৬,০০০ সাইক্লস। তার বেশী হলে আবার মানুষ শুনতে পায় না।

সাধারণতঃ সেকেণ্ডে ১৬ সাইক্লসের কম ভাইব্রেশন যুক্ত শব্দ বা ১৬০০০ সাইক্লসের বেশী ভাইব্রেশন যুক্ত শব্দ মানুষ শুনতে পায় না। এই ১৬ থেকে ১৬০০০ সাইক্লসকে বলা হয় লো-ফ্রিকোয়েন্সি বা অডিও ফ্রিকোয়েন্সি। তবে পশুপক্ষী বা কীটপতঙ্গ প্রভৃতি এদের কথা আলাদা তারা এর চেয়েও **হাই-ফ্রিকোয়েন্সি-যুক্ত সাউণ্ড** ওয়েভসকে শুনতে পায়।

শব্দের তিনটি ধর্ম্ম (Three properties of Sound) —শব্দের তিনটি ধর্ম্ম আছে। যথা—

১। **শব্দের উচ্চতা** (Loudness)

২। **পিচ** (Pitch)

৩। **টোন্ কোয়ালিটি** (Tone Quality)

শব্দের উচ্চতা (Loudness)— শব্দের উচ্চতা সাধারণতঃ ভাইব্রেশনের বা স্পন্দনের এ্যামপ্লিটিউড্ দ্বারা নির্ণয় করা হয়। কোন প্রেরিত শব্দের ভ্যলুম কমলে বা বাড়লে সেই ফ্রিকোয়েন্সির প্রতি সেকেণ্ডের স্পন্দনহার পরিবর্ত্তিত হয় না। অর্থাৎ একটি প্রেরিত শব্দ যখন খুব ক্ষীণ (faint) হয়ে যায় তখন প্রতি সেকেণ্ডে তার স্পন্দন হার যত থাকে—সেই শব্দকে যদি খুব জোর (Loud) করে দেওয়া যায় তখনও তার স্পন্দন হার পূর্ব্বের মতই থাকে। **এ থেকে বুঝা গেল যে ভল্যুম** (Volume) **বৃদ্ধি করলে শব্দের ইনটেনসিটি** (Inten-

sity) **বা এ্যামপ্লিটিউড** (Amplitude) **বৃদ্ধি পায় কিন্তু তাদের ফ্রিকোয়েন্সি একই থাকে।**

পিচ (Pitch)—এক সেকেণ্ডে উৎপন্ন ভাইব্রেশনের সমষ্টিই শব্দের পিচ নির্ণয় করে দেয়। পূর্ব্বেই বলেছি যে কম্পন মাত্রা বা ফ্রিকোয়েন্সি হচ্ছে এক সেকেণ্ডে বায়ুর মধ্যে উৎপন্ন ভাইব্রেশনের সমষ্টির সঙ্গে সমান। কাজের সুবিধার জন্য এই এক সেকেণ্ডের ভাইব্রেশনকে ছোট করে বলা হয় VPS **ভাইব্রেশন পার-সেকেণ্ড** (Vibration per Second)।

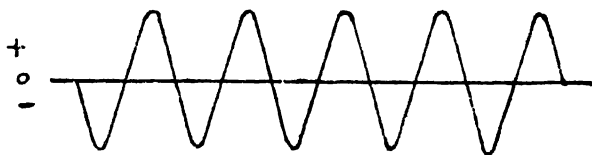
টোন কোয়ালিটি (Tone quality)—শব্দের তৃতীয় ও প্রধান ধর্ম্ম হচ্ছে তার **কোয়ালিটি**। শব্দের এই ধর্ম্মের জন্য আমরা বিভিন্ন যন্ত্র থেকে উৎপন্ন একই শব্দের মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করতে পারি। আমাদের জানা আছে যে একটি নির্দ্দিষ্ট শব্দ সকল সময়েই সমান সংখ্যার ভাইব্রেশনের সৃষ্টি করে।

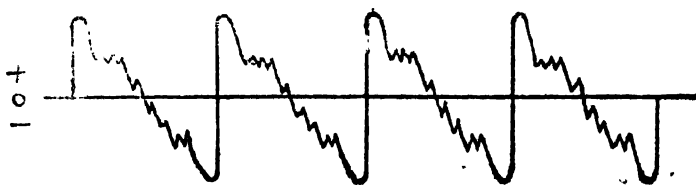
অনেক সময় দেখা গেছে যে দুইটি এক প্রকারের যন্ত্রেও শব্দের কোয়ালিটি ভ্যারি করে। যদি একটি ভাল বেহালা ও একটি সাধারণ বেহালাতে একই শব্দের সৃষ্টি করা যায়। তবে দেখা যাবে যে তাদের মধ্যে উৎপন্ন শব্দের কোয়ালিটির অনেক পার্থক্য আছে। ভাল বেহালাতে ভাল **হারমনিক্স্ বা ওভারটোন** (Harmonics or Overtones) পাওয়ার জন্য তাকে সব রকমে উত্তম করে প্রস্তুত করা হয়। কোন যন্ত্রের হারমনিক্স্ বা ওভারটোন থেকে তার কোয়ালিটি নির্ণয় করা যায়। **ওভারটোনের বা হারমনিক্স্-এর সংখ্যা এবং উচ্চতা ও স্পষ্টতা থেকে শব্দের কোয়ালিটি বুঝা যায়।**

টোন কোয়ালিটি আবার দুই প্রকারের হয়ে থাকে। যথা—

১। **প্রাথমিক টোন** (Fundamental Tone)

২। **ওভারটোন বা হারমনিক্স** (Overtone or Harmonics)

প্রাথমিক টোন (Fundamental Tone)—যদি কোন একটি টিউনিং ফর্ক এর সাউণ্ড ভাইব্রেশন লক্ষ্য করা যায় তবে দেখা যাবে যে তার কার্ভটি ৬নং চিত্রের ন্যায় সাধারণ ও সরল হবে। একেই বলে **প্রাথমিক টোন** (Fundamental Tone)।

৬নং চিত্র—টিউনিং ফর্কের ভাইব্রেশন কার্ভ

ওভারটোন বা হারমনিক্স (Overtone or Harmonics) —যদি ঐ একই শব্দ (যে শব্দ টিউনিং Fork-এ করা হয়েছিল) একটা বেহালাতে করা হয় তবে তার কার্ভটি হবে ৭নং চিত্রের

৭নং চিত্র—ওভারটোন বা হারমনিক্স কার্ভ

মত অত্যন্ত ঘন আর অসমান। এই অসমান কার্ভই হচ্ছে **ওভারটোন বা হারমনিক্সের** চিহ্ন। এই অসমান কার্ভের মধ্যে প্রাথমিক টোনও বর্ত্তমান। সাধারণতঃ কোন বাদ্যযন্ত্র থেকে তিন অথবা চার হারমনিক্স্ এর বেশী পাওয়া যায় না।

ধরা যাক্ একটি গীটারের একটি তারকে টেনে ছেড়ে দেওয়া হল। ছেড়ে দেওয়ার সঙ্গে সঙ্গেই সম্পূর্ণ তারটি ভাইব্রেট করবে, (কেঁপে উঠবে) তখনই প্রাথমিক টোনের সৃষ্টি হবে। আবার ঐ সম্পূর্ণ তারের ভাইব্রেশনের সঙ্গে সঙ্গে তার প্রতিটি অংশও ভাইব্রেট করবে। ফলে পূর্ব্বের অপেক্ষা দ্বিগুণ ফ্রিকোয়েন্সির সৃষ্টি করবে। ধরা যাক যদি প্রাথমিক টোনের ফ্রিকোয়েন্সি হয়ে থাকে ৫০০ সাইক্লস্ তবে তার দ্বিগুণ হবে ৫০০ × ২ বা ১০০০ সাইক্লস—এই ১০০০ সাইক্লসকে বলা হয় **দ্বিতীয় হারমনিক্স** আবার যদি তিন গুণ ফ্রিকোয়েন্সির সৃষ্টি করে তবে সেটা হবে **তৃতীয় হারমনিক্স্**। এ থেকে বুঝা গেল যে **হারমনিক্স হচ্ছে সহকারী** (Subsidiary) **ওয়েভস যার ফ্রিকোয়েন্সি হচ্ছে প্রাথমিক ওয়েভসের নির্দ্দিষ্ট গুণফল।** এইরূপেই প্রাথমিক ওয়েভসের দ্বিগুণ করলে হয় দ্বিতীয় হারমনিক্স্; তিনগুণ করলে হয় তৃতীয় হারমনিক্স্…ইত্যাদি।

Test Questions

1. *What are the three properties of Sound ?*
2. *Is the frequency of Sound changes if the Voluem is increased ?*
3. *What do you understand by fundamental tone ?*
4. *What is Harmonics ? How many harmonics can be obtained from a musical instrument ?*
5. *What is the other name given to the "Harmonics" ?*

তৃতীয় অধ্যায়

ইলেকট্রিসিটি

বেতার যন্ত্র যে একটি জটিল বৈদ্যুতিক-যন্ত্র সে কথা সম্যক-ভাবে (ভালভাবে) হৃদয়ঙ্গম করা দরকার। কারণ দেখা গেছে অনেকের মনে একটি বদ্ধমূল ধারণা আছে যে—রেডিও রিসিভার মধ্যস্থিত কেবলমাত্র স্পীকারের সাহায্যেই রেডিও ওয়েভসকে সাউণ্ড ওয়েভসে রূপান্তরিত করা হয়। কিন্তু পূর্ব্বে (প্রথম খণ্ডে) বর্ণিত বেতার গ্রাহক-যন্ত্রের সম্পূর্ণ বিষয়বস্তুকে ভালভাবে পর্য্যালোচনা করলে আমরা এই সিদ্ধান্তেই উপনীত হবো যে—বহু বিভিন্ন কম্পন মাত্রার ক্ষীণ ও জোরালো বৈদ্যুতিক প্রবাহকে নানারূপ প্রয়োজন অনুযায়ী উদ্ভাবিত সার্কিটে পরিচালনের ব্যবস্থা করাই এই যন্ত্রের মূল উদ্দেশ্য। কারণ প্রকৃতপক্ষে রেডিও ওয়েভস এরিয়ালে উপস্থিত হয়ে এক প্রকার ইলেকট্রিক কারেন্টের (বৈদ্যুতিক প্রবাহের) সৃষ্টি করে। ফলে ঐ কারেণ্টই গ্রাহক-যন্ত্র মধ্যস্থিত বিভিন্ন সার্কিটে নিয়ন্ত্রিত হয়ে স্পীকারকে কার্য্যকরী করে তোলে ও শব্দের সৃষ্টি করে। তাই রেডিও সার্কিট-রহস্য বুঝতে হলে ইলেকট্রিক কারেণ্ট সম্বন্ধে ভালভাবে জ্ঞান থাকা দরকার।

ইলেকট্রনিক থিওরি

মলিকিউল্ ও অ্যাটম্ (Molecules and Atoms)—প্রথম খণ্ডে আলোচিত ইলেকট্রিসিটি আবিষ্কারের গোড়ার

ইতিহাস লক্ষ্য করলেই দেখা যাবে যে তৎকালীন বৈজ্ঞানিকেরা ইলেকট্রিক কারেন্টকে জলপ্রবাহের মত একটা "কিছুর" প্রবাহ বলে কল্পনা করে নিয়েছিলেন। প্রকৃতপক্ষে প্রবাহটা যে কিসের সে তথ্য তখন তাঁরা খুঁজে পাননি। তবে যতদূর জানা যায় যে বৈচিত্রময় বিশ্বের মূল উপাদন অনুসন্ধান করতে গিয়ে বিজ্ঞানীরা প্রথমে সমস্ত বিশ্ববস্তুকে তিনটি অবস্থায় বিভক্ত দেখতে পেয়েছিলেন আর দেখেছিলেন সমস্ত পদার্থই কঠিন, তরল ও বায়বীয় এই তিন অবস্থার একটা না একটার মাঝে রূপায়িত আছে। আবার বস্তু বিশেষও (সমস্ত বস্তুই) দুটি রূপের মাপের মাঝে সীমাবদ্ধ যেমন মৌলিক ও যৌগিক। মৌলিক বলতে বুঝায়—বস্তুর মূল পর্য্যন্ত যা একাই থাকে অর্থাৎ একে (বস্তুকে) ভাগ করতে করতে যত ছোটই করিনা কেন শেষ পর্য্যন্ত সে যা তাই থাকবে। তবে বিজ্ঞানীরা এককালে মৌলিক পদার্থকে ভাঙ্গতে ভাঙ্গতে ঐ যথেচ্ছ ভাঙ্গার একটা সীমা পেয়েছিলেন। তাঁরা দেখতে পেয়েছিলেন প্রত্যেক মৌলিক পদার্থ কতকগুলি এক ছাঁচে ঢালা ক্ষুদ্রতম কণা সমষ্টি দিয়ে গড়া। মৌলিক পদার্থের এই ক্ষুদ্রতম কণাগুলির নাম দেওয়া হয় **পরমাণু বা অ্যাটম্** (Atom)।

আর যৌগিক কথাটার অর্থ হচ্ছে একাধিকের যোগ বা সমন্বয়। যেমন জল একটা পদার্থ যা হাইড্রোজেন (Hydrogen) ও অক্সিজেন (Oxygen) নামক দুইটি মৌলিক পদার্থের সমন্বয়ের ফল। এক ফোঁটা জলকে ভাগ করতে করতে বিজ্ঞানীরা এমন এক ক্ষুদ্রতম বিন্দুতে নিয়ে গেলেন যে তাকে খালি চোখে তো দেখা যায়-ই না, এমন কি শক্তিশালী অণুবীক্ষণেও তা ধরা পড়ে না, কিন্তু তখনও পর্য্যন্ত ঐ প্রত্যেকটি ক্ষুদ্রতম অংশে অদৃশ্যমান জলবিন্দু বর্ত্তমান। যৌগিক পদার্থের ঐ ক্ষুদ্রতম অংশকে বলা হয় **অণু বা মলিকিউল** (Molecule)।

আবার যে মুহূর্তে আমরা ঐ একটি মাত্র বিন্দু মলিকিউলকে ভাগ করতে যাবো তখন আর জল-বিন্দু নয়—দেখবো এক প্রকার গ্যাসের (Gass) অস্তিত্ব যথা, হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন। এক্ষেত্রে জলের অণুকে (Molecule of Water) ভেঙ্গে প্রকৃতপক্ষে আমরা পেলাম তিনটি অ্যাটম্ বা পরমাণুর অস্তিত্ব—দুটি হাইড্রোজেনের এবং একটি অক্সিজেনের। কারণ জলের মধ্যে থাকে দু' ভাগ হাইড্রোজেন আর এক ভাগ অক্সিজেন। সংক্ষেপে H_2O। কাজে কাজেই দেখা যাচ্ছে মলিকিউল বা অণু হচ্ছে যৌগিক পদার্থের সেই পর্য্যায়গত সত্ত্বা যার পরে এক ধাপ অগ্রসর হলেই পদার্থের ঐ চেহারা আর থাকবে না তার পরিবর্ত্তে সম্পূর্ণ নূতন ও একাধিক পদার্থের আবির্ভাব ঘটবে। আর প্রত্যেক যৌগিক পদার্থের মলিকিউল-এ রয়েছে একাধিক মৌলিক পদার্থের অ্যাটম্-এর অস্তিত্ব।

ইলেকট্রন ও প্রোটন (Elections and Protons)—এ পর্য্যন্ত আমরা পেলাম যে অ্যাটম্ হচ্ছে মৌলিক পদার্থের ক্ষুদ্রতম অংশ আর একাধিক মৌলিক পদার্থের সমন্বয়েই যৌগিক পদার্থের সৃষ্টি—যেমন জল যৌগিক পদার্থ কিন্তু হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন এক একটি মৌলিক পদার্থ আর এদের দু'য়ের সমন্বয়েই জলের উৎপত্তি। আবার লবণ (Salt) একটি যৌগিক পদার্থ কিন্তু যে দু'য়ের সমন্বয়ে এই লবণের উৎপত্তি—যেমন সোডিয়াম ও ক্লোরিণ—উভয়েই মৌলিক পদার্থ।

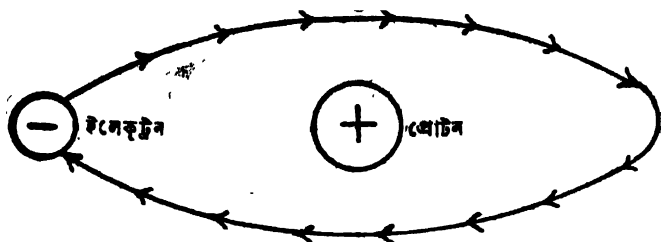
রসায়ন শাস্ত্রবিদরা বিশ্বের মূল উপাদান হিসাবে প্রায় ৯২টি মৌলিক পদার্থের সন্ধান পেয়েছিলেন। কিন্তু মৌলিক পদার্থের ক্ষুদ্রতম অংশ অ্যাটম্ যে আরও ছোট ছোট কণিকার সমন্বয়ে গঠিত হতে পারে এ ছিল তাঁদের কল্পনার অতীত। তাঁরা এই অ্যাটমকে অবিভাজ্য ও একক বলে ধরে নিয়েছিলেন।

এমন কি গত কয়েক শতাব্দীর শেষ পর্য্যন্তও বিজ্ঞানীদের মনে বদ্ধমূল ধারণা ছিল যে অ্যাটমই পদার্থের শেষ কথা।

কিন্তু বৈজ্ঞানিক স্যার জে. জে. টমসন্-এর (Sir Josheph Jhon Thomson) এক চাঞ্চল্যকর আবিষ্কারের ফলেই দেখা গেল তা নয়—অ্যাটমের কাছেই অ্যাটমের চেয়েও প্রায় দু' হাজার ভাগ কম ওজনের এক ক্ষুদ্রাতীত ক্ষুদ্র কণিকার অস্তিত্ব রয়েছে। পরীক্ষামূলক ভাবে তিনি (টমসন) দেখালেন যে মৌলিক গ্যাসের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ-প্রবাহ চালনা করলেই ঐ গ্যাস দুই ভাগে ভাগ হয়ে যায়, এক ভাগ এসে হাজির হয় পজিটিভ প্লেটের দিকে আর এক ভাগ চলে যায় নেগেটিভের দিকে। পজিটিভ চার্জযুক্ত গ্যাস অ্যাটমের অংশ ওজন করে দেখলেন, এর ওজন আসল গ্যাস-অ্যাটমের ওজনের প্রায় সমান দাঁড়ায়। নেগেটিভ-চার্জ-যুক্ত গ্যাস-অ্যাটমের ওজন, পজিটিভ-চার্জ-যুক্ত গ্যাস-অ্যাটমের তুলনায় প্রায় দু' হাজার ভাগ কম। এইভাবে অনেক রকম গ্যাস নিয়ে পরীক্ষা করে তিনি এও দেখতে পেলেন যে প্রত্যেকটির বেলাতেই নেগেটিভ-চার্জ-যুক্ত গ্যাস-অ্যাটম্ অংশের ওজন বরাবর একই রকম। কিন্তু পজিটিভ-চার্জ-যুক্ত অংশটির ওজন বিভিন্ন গ্যাসের ক্ষেত্রে ভিন্ন ভিন্ন রকমের দাঁড়ায়। এই থেকেই তিনি সিদ্ধান্ত করলেন অ্যাটম্ অবিভাজ্য নয়—দুটি ভিন্নধর্ম্মী বস্তুর সমন্বয়ে এর গঠন এবং সমস্ত অ্যাটমের মাঝেই নেগেটিভ-চার্জ যুক্ত কণিকা আছে।

এইভাবে অ্যাটমের চেয়ে ছোট বস্তুর সন্ধান পাওয়া গেল অ্যাটমেরই মাঝে—অ্যাটম্ ভেঙ্গে দুভাগ হলো। তাহলে এপর্য্যন্ত দেখা গেল যে বিশ্বের সমস্ত মৌলিক ও যৌগিক পদার্থের শেষ বিভাগ হচ্ছে দুটি—পজিটিভ ইলেকট্রিক্যাল চার্জ অর্থাৎ প্রোটন আর নেগেটিভ ইলেকটিক্যাল চার্জ অর্থাৎ

ইলেকট্রন। এই দুয়ের মধ্যে প্রোটন হচ্ছে বড় এবং একে কেন্দ্র করেই ইলেকট্রনএর চারদিকে ঘুরছে—ঠিক যেমন পৃথিবী সূর্য্যকে কেন্দ্র করে আবর্ত্তন করছে। ৮নং চিত্রে তা দেখান হয়েছে। এই ইলেক্ট্রন ও প্রোটনের মধ্যে বিপরীত ধর্ম্ম বর্ত্তমান থাকায় তারা একে অপরকে প্রবল ভাবে আকর্ষণ করে।

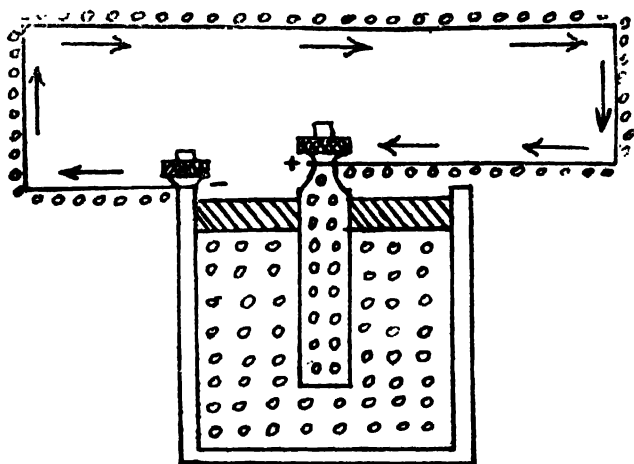
যদি কোন প্রকারে একটা পদার্থের মধ্যে বেশী ইলেকট্রন বা প্রোটন যুক্ত করা হয় তবে তার ইলেকট্রিক্যাল চার্জ অসমান হয়ে যাবে। যখন কোন পদার্থে বেশী প্রোটন থাকে তখন

৮নং চিত্র—প্রোটনকে কেন্দ্র করে ইলেকট্রন তার চারিদিক ঘুড়ছে

বলা হয় যে সেটা **"পজিটিভলী চার্জড্"** (Positively charged)। আর যখন বেশী ইলেকট্রন থাকে তখন বলা হয় **"নেগেটিভলী চার্জড্"** (Negatively charged)।

আমরা জানি যে ইলেকট্রন ও প্রোটন পরস্পরকে আকর্ষণ করে। কিন্তু এরা আবার বিকর্ষণও করে। যখন দুটি একই ধর্ম্মের চার্জ একত্র হয় তখন তারা বিকর্ষণ করে—ঠিক ম্যাগনেটের মত। প্রথম খণ্ডের ম্যাগনেটিজম্ অংশে দেওয়া আছে যে ম্যাগনেটের সম প্রকৃতির মেরু পরস্পরকে বিকর্ষণ

করে আর ভিন্ন প্রকৃতির মেরু পরস্পরকে আকর্ষণ করে— ইলেকট্রিসিটির বেলাতেও ঐ একই সূত্র প্রয়োগ করা যায় অর্থাৎ :—

১। একটি নেগেটিভ চার্জ, একটি পজিটিভ চার্জকে আকর্ষণ করে।

২। দুইটি নেগেটিভ চার্জ পরস্পরকে বিকর্ষণ করে।

৯নং চিত্র—ইলেকট্রন প্রবাহ

৩। দুইটি পজিটিভ চার্জ পরস্পরকে বিকর্ষণ করে।

এই দুটি যত বেশী চার্জ যুক্ত হবে তত বেশী হবে এদের আকর্ষণী ও বিকর্ষণী শক্তি। আর এরা যত কাছে থাকবে—আকর্ষণী ও বিকর্ষণী শক্তিও তত বেশী হবে।

ইলেকট্রোমোটিভ ফোর্স (Electromotive Force)—ইলেকট্রনকে সকল সময়েই প্রবাহিত করান যায় যদি কোন উপযুক্ত পদার্থের মধ্যদিয়ে ক্লোজ (Close) সার্কিটের সৃষ্টি করা যায়। ৯নং চিত্রে তা দেখান হয়েছে। সাধারণতঃ একেই বলা হয় ইলেকট্রিসিটির প্রবাহ বা "ইলেকট্রিক কারেন্ট"। সাধারণতঃ একটি তারের মধ্য দিয়েই এই কাজ করান হয়। ইলেকট্রনকে তারের মধ্য দিয়ে নির্দ্দিষ্ট পথে প্রবাহিত করার জন্য বাইরে থেকে এক প্রকারের শক্তি প্রয়োগের প্রয়োজন হয়। এই শক্তি বা ফোর্সকেই বলা হয় **ইলেকট্রোমোটিভ ফোর্স**। এই শব্দটিকে ছোট আকারে e. m. f. এইরূপ লেখা হয়।

Test Questions

1. *What is Atom ?*
2. *Is there any other division which is even smaller than Atom ?*
3. *Justify that Atom is also divisible.*
4. *What is E. M. F. ?*
5. *State the theory of attraction and repultion between two charged bodies.*

চতুর্থ অধ্যায়

অল্টারনেটিং কারেণ্ট

অল্টারনেটিং কারেণ্টের তথ্য অত্যন্ত জটিল। এই কারেণ্ট সম্বন্ধে জ্ঞান রাখতে হলে অনেক কিছু জানা প্রয়োজন। কিন্তু রেডিওর কাজে আমাদের এই জটিল তথ্যের গভীরে যাবার প্রয়োজন হয় না। রেডিওর কাজের জন্য যে যে বিষয়গুলি জানা দরকার এই অধ্যায়ে কেবলমাত্র সেই জিনিষগুলি নিয়েই আলোচনা করা হয়েছে।

"বেতার তথ্য"—এর প্রথম খণ্ডে ইলেকট্রিসিটির যে বিভাগ দেওয়া হয়েছে—যথা :—

১। পজিটিভ ইলেকট্রিসিটি।
২। নেগেটিভ ইলেকট্রিসিটি।
৩। ডাইনামিক ইলেকট্রিসিটি।

এইগুলির মধ্যে প্রথম দুটিকে ইলেকট্রিসিটি অধ্যায়ে বুঝান হয়েছে। তৃতীয় অর্থাৎ ডাইনামিক ইলেট্রিসিটিকে তিন ভাগে ভাগ করা যায়। যথা :—

১। ডিরেক্ট কারেণ্ট।
২। পালসেটিং ডিরেক্ট কারেণ্ট।
৩। অল্টারনেটিং কারেণ্ট

ডিরেক্ট কারেন্ট (Direct current):— যে কারেন্ট সার্কিটের মধ্য দিয়ে সকল সময়ে একই দিকে প্রবাহিত হয়, তাকে বলে **ডিরেক্ট কারেন্ট**। ১০নং চিত্রে তা দেখান

১০নং চিত্র—ডিরেক্ট কারেন্ট

হয়েছে। ডিরেক্ট কারেন্টের * পোলারিটি পরিবর্ত্তিত হয় না —আর অল্টারনেটিং কারেন্টের ন্যায় এর কোন সাইক্লস্ বা ফ্রিকোয়েন্সিও থাকে না।

পালসেটিং ডিরেক্ট কারেন্ট (Pulsating direct current):—এই কারেন্ট ডিরেক্ট কারেন্টের মত প্রায় একই

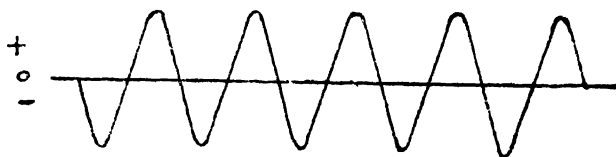
১১নং চিত্র—পালসেটিং ডিরেক্ট কারেন্ট

দিকে প্রবাহিত হয় কিন্তু এই কারেন্টের মধ্যে কিছু কম্পন (Pulse) থেকে যায়—অর্থাৎ ডিরেক্ট কারেন্টের মত এই কারেন্ট সকল সময়েই ভোল্টেজের মান কনষ্ট্যাণ্ট (নির্দ্দিষ্ট) রাখতে পারে না। ১১নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাওয়া

---

* ডিরেক্ট কারেন্টের দুটি পোলারিটি আছে পজিটিভ ও নেগেটিভ। পোলারিটি বলতে বুঝায় দিক—অর্থাৎ যে তারের মধ্য দিয়ে পজিটিভ কারেন্ট প্রবাহিত হয় তাকে বলে পজিটিভ পোলারিটি বা পজিটিভ দিক। সেই রূপ নেগেটিভের বেলাতেও তাই হয়।

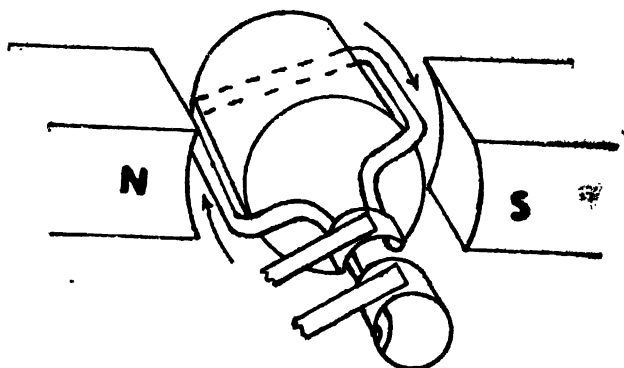
যাবে যে এই কারেণ্ট অনেকটা ডিরেক্ট ও অল্টারনেটিং কারেণ্ট-এর সংমিশ্রণে গঠিত হয়েছে। অল্টারনেটিং কারেণ্টকে রেক্টিফাই করার পর রেক্টিফায়ারের ক্যাথোড থেকে যে ডিরেক্ট কারেণ্ট পাওয়া যায় তাতেও এই কম্পন থেকে যায়। তাই এই পালসেটিং কারেণ্টকে শুদ্ধ ডি, সি, (pure D. C.) তে রূপান্তরিত করার জন্য ফিল্টার সার্কিটের প্রয়োজন হয়।

অল্টারনেটিং কারেণ্ট (Alternating current):— প্রবাহিত হবার সময় যে কারেণ্ট সর্ব্বদাই দিক পরিবর্ত্তন করে আর যার ইন্‌টেনসিটিও (intensity) কম বেশী

১২নং চিত্র—অল্টারনেটিং কারেণ্ট

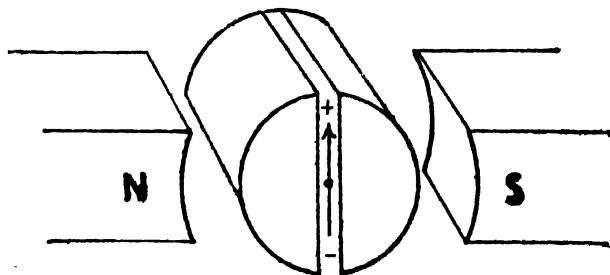
হয় তাকেই অল্টারনেটিং কারেণ্ট বলে। ১২ নং চিত্রে এই কারেণ্টকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে এই কারেণ্ট জিরো পজিসন্ থেকে ক্রমশঃ উপরদিকে সর্ব্বোচ্চ অর্থাৎ ম্যাক্সিমাম পজিসনে আসবে আবার কমতে কমতে ক্রমে জিরো পজিসনে নেমে যাবে। পুনরায় ঐ জিরো পজিসন থেকে নীচের দিকে অর্থাৎ ঠিক উল্টোদিকে বাড়তে থাকবে। এইভাবে যখন ম্যাকসিমাম পজিসনে আসবে তখন আবার কমতে কমতে জিরো পজিসনে চলে আসবে। এই ভাবে একটা সাইক্ল * এর সৃষ্টি হবে। কোন কোন রেডিও

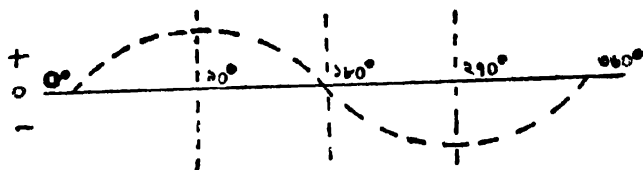
* সাইক্লস্ কথাটি সার্কল (Circle) শব্দ থেকেই এসেছে। দুটি হাফ বা অর্ধ সাইক্লসকে যদি উপর নীচ করে একত্র করা যায় তবে একটি গোলাকার সার্কল-এর সৃষ্টি হবে।

সার্কিটে এই কাজ প্রতি সেকেণ্ডে লক্ষ লক্ষ বারও হয়ে থাকে।

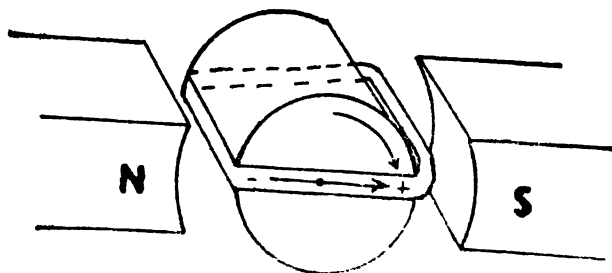
এই অল্টারনেটিং কারেন্টকে আরও ভালভাবে বুঝা যাবে যদি একটি "অল্টারনেটর" এর কাজকে ভালরূপে বিশ্লেষণ করা যায়। ১৩নং চিত্রে একটি অল্টারনেটরকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে এর দুটী দিক আছে। একদিক "N" অর্থাৎ নর্থ (North) আর অপরদিক "S"

১৩নং চিত্র—একটি অল্টারনেটর

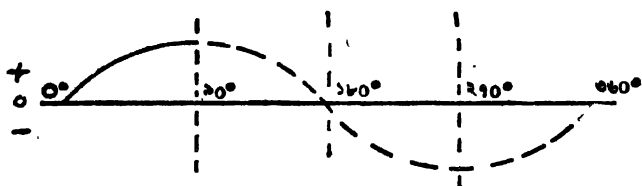
অর্থাৎ সাউথ (South)। এই দুটি ম্যাগনেটিক পোলের মধ্যে বেশ জোরালো ম্যাগনেটিক ফিল্ড আছে। ঐ পোলদ্বয়ের মধ্যে যে গোল ড্রাম আছে তাকে বলা হয় আর্মেচার (Armature)। এই আর্মেচারের গায়ে একটি মোটা তার লাগান আছে। মোটা তারের সামনে একটা কমুটেটর আছে। কমুটেটরের দুদিকে দুটি কার্বন ব্রুস্ (Brush) লাগান আছে। ধরা যাক আর্মেচারটি বামদিক থেকে ডানদিকে ঘুরছে। চিত্রে তীরচিহ্ন দ্বারা কারেন্ট-প্রবাহের দিক নির্দ্দেশ করা হয়েছে।

এখন আরও বিস্তারিত ভাবে দেখা যাক ইলেকট্রিক কারেণ্ট কি প্রকারে সৃষ্টি হচ্ছে। ১৪, ১৬, ১৮ ও ২০নং চিত্র লক্ষ্য করলে সকল বিষয়ই ভালরূপে বুঝা যাবে। ১৪নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে মোটা তারটি ম্যাগনেটিক লাইন্স-অব্-ফোর্স

১৪নং চিত্র—মোটা তারটি ম্যাগনেটিক লাইন্স-অফ-ফোর্সের সমকোণে আছে

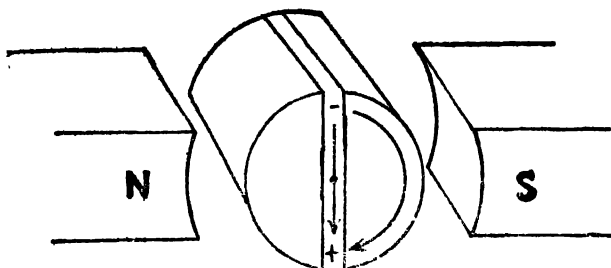
এর সঙ্গে ঠিক সমকোণে আছে। এ থেকে বুঝা যাচ্ছে যে মোটা তারটি ম্যাগনেটিক লাইন্স-অব্-ফোর্সের সঙ্গে ঠিক প্যারালাল ভাবে ঘুরছে তাই ঐ তার লাইন্স-অব্-ফোর্সকে কাট করতে

১৫নং চিত্র—১৪নং চিত্রের গ্রাফ্

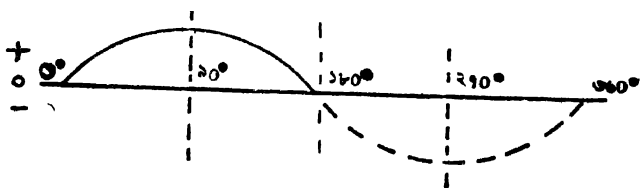
পারছে না। ফলে কোন কারেণ্টও ইন্‌ডিউস্‌ড (induced) হচ্ছে না। এই অবস্থাটিকে ভালরূপে বুঝাবার জন্য ১৫নং চিত্রে একটি গ্রাফ্ অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

এইখান থেকেই মোটা তারের দুটি প্রান্ত লাইন্স-অব্-ফোর্সকে কাট করতে আরম্ভ করবে। এই অবস্থাকে ১৬নং চিত্রে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে মোটা তারটি চিত্রে অঙ্কিত পজিসনে যখন আসবে

১৬নং চিত্র—সর্ব্বোচ্চ পরিমাণের লাইন্স-অব-ফোর্সকে কাট করছে

তখনই উহা সর্ব্বোচ্চ পরিমাণের লাইন্স-অব্-ফোর্সকে কাট করবে। ফলে সেই সময়েই সর্ব্বোচ্চ পরিমাণ ভোল্টেজ

১৭নং চিত্র—১৬নং চিত্রের গ্রাফ কারেণ্টের ইনটেনসিটি 0° থেকে ৯0° তে পরিবর্ত্তিত হয়েছে

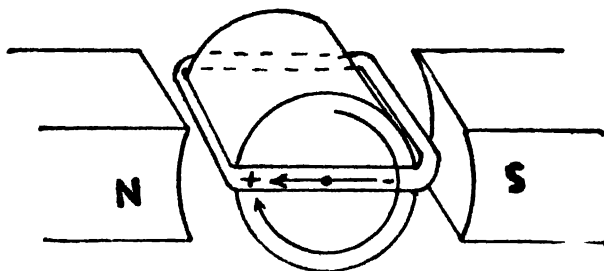
ইনডিউসড্ হবে। ১৭নং চিত্রে গ্রাফের সাহায্যে তা দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে কারেণ্টের ইনটেনসিটি 0° থেকে ৯0° তে পরিবর্ত্তিত হয়েছে।

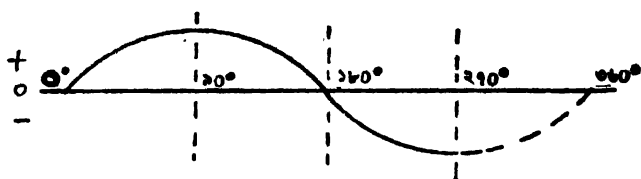
মোটা তারটি এখন আবার ঘুরতে থাকবে। কিন্তু এবার তার কোণের পরিমাণ লাইন্স-অব্-ফোর্সের তুলনায় কমতে থাকবে। সুতরাং কারেণ্টের ইনটেনসিটিও কমতে থাকবে।

১৮নং চিত্র—কারেণ্টের ইনটেনসিটি কমতে আরম্ভ করেছে

অবশেষে ১৮নং চিত্রের পজিসনে চলে আসবে—অর্থাৎ প্রথম পজিসনের ১৮০° নীচে। এই সময়ে লাইন্স-অব্-ফোর্স যে দিকে প্রবাহিত হচ্ছে মোটা তারটিও সেই দিকেই ঘুরবে—অর্থাৎ

১৯নং চিত্র—১৮নং চিত্রের কার্ভ, প্রথম পজিসনের ১৮০° নীচে চলে এসেছে

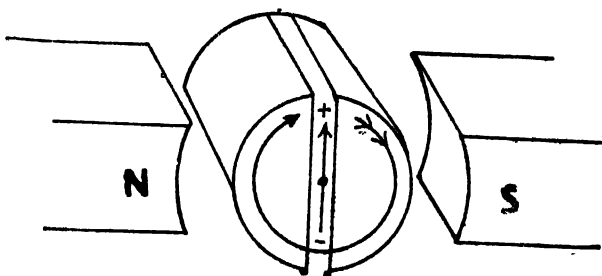
তাদের সঙ্গে প্যারালালে ঘুরবে। ফলে কোন কারেণ্টও ইনডিউসড হবে না। অর্থাৎ ইনডিউসড কারেণ্ট হবে জিরো। ১৯নং চিত্রের গ্রাফে এই অবস্থাটিকে দেখান হয়েছে।

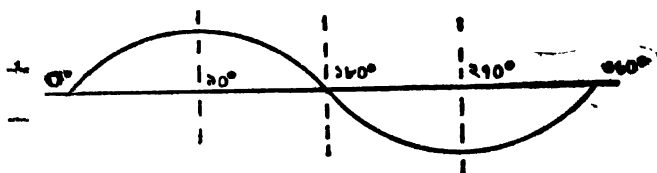
এবার অপর ৯০° ঘুরবার সময় আবার কারেণ্টের ইনটেনসিটি বাড়তে থাকবে। কিন্তু এবার ঠিক বিপরীত দিকে। কারণ, মোটা

তারের যে দিকটা আগে উপরে ছিল এখন তা নীচে চলে এসেছে। এবার যখন মোটা তারটি ২০নং চিত্রে অঙ্কিত পজিসনে আসবে তখনই উহা সর্ব্বোচ্চ লাইন্স-অব্-ফোর্সকে কাট করবে।

২০নং চিত্র—পুনরায় কারেণ্টের ইনটেনসিটি বৃদ্ধি পেয়েছে

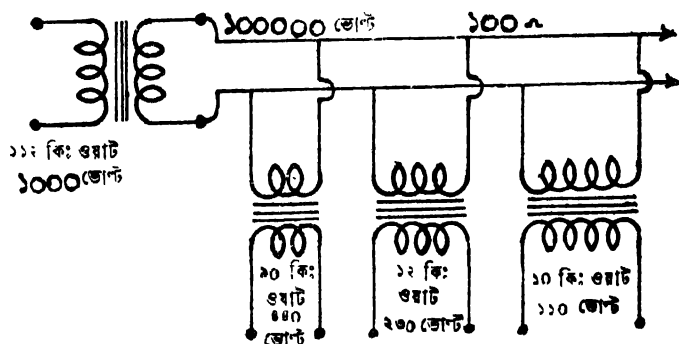
তখনই সর্ব্বোচ্চ পরিমাণ ভোল্টেজ ইনডিউসড্ হবে। সুতরাং কারেণ্টের ইনটেনসিটিও সর্ব্বোচ্চ হবে। ২১নং চিত্রে গ্রাফের সাহায্যে তা দেখান হয়েছে। এখন কোণের পরিমাণ হবে ২৭০°।

২১নং চিত্র—কার্ভ ২৭০° তে চলে এসেছে

শেষে ৯০° ঘুরবার সময় আবার লাইন্স-অব্-ফোর্সের তুলনায় কোণের পরিমাণ কম হবে—কারণ তারটি লাইন্স-অব্-ফোর্সের সঙ্গে প্যারালালে ঘুরবে। এইভাবে ঘুরতে ঘুরতে মোটা তারটি ১৪নং চিত্রের পজিসনে পুনরায় ফিরে আসবে। ফলে কোন

কারেন্ট ইনডিউসড্ হবে না। কিন্তু পূর্ব্বে যেমন কোন কার্ভের সৃষ্টি হয়নি এবারে কিন্তু একটি সম্পূর্ণ কার্ভ বা সাইক্লসের সৃষ্টি হবে। যথাক্রমে ২২ ও ২৩নং চিত্রে তা দেখান হয়েছে। সুতরাং

২২নং চিত্র—পুনরায় পূর্ব্বের পজিসনে এসে পড়েছে

কারেন্টের ইনটেনসিটিও হবে জিরো। তখন কোণের পরিমাণ হবে ৩৬০°। এই ভাবে ৩৬০° তে একটি সম্পূর্ণ সাইক্লসের সৃষ্টি হবে। এই সম্পূর্ণ সাইক্লসকে ২৩নং চিত্রে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

২৩নং চিত্র—২২নং চিত্রের কার্ভ ও একটি সম্পূর্ণ ৩৬০° ডিগ্রীর সাইক্ল

অল্টারনেটিং কারেন্টের সুবিধা ও অসুবিধা (Merits and demerits of alternating current)—আজকাল বড় বড় সহরে এই কারেন্টই প্রচলিত আছে। অনেক জায়গায় এখনও ডি-সি কারেন্ট আছে। কিন্তু এই ডি-সি কারেন্ট

এ-সি কারেন্ট অপেক্ষা কার্য্যকরী শক্তিতে কম। এ-সি কারেন্টের প্রধান সুবিধা হচ্ছে যে এই কারেন্টকে হাই ভোল্টেজ ট্রান্সফরমার দ্বারা ট্রান্সফার করা যায়, অর্থাৎ কোন নির্দ্দিষ্ট পরিমাণের ইলেকট্রিক্যাল এনার্জীকে ইন্‌ডাকসন্ দ্বারা এক সার্কিট থেকে অপর কোন সার্কিটে ট্রান্সফার করা যায়। এতে ভোল্টেজও ইচ্ছামত কম বেশী করা যায়। এই কারেন্টের প্রধান অসুবিধা হচ্ছে যে এর উচ্চ চাপের জন্য এই কারেন্ট অত্যন্ত বিপজ্জনক।

২৪নং চিত্র—বিভিন্ন শহরে ইলেকট্রিক্যাল এনার্জী সরবরাহ

তাই কাজের সময় ভাল ইনসুলেটর ব্যবহার করতে হয়। আর একটি অসুবিধা হচ্ছে যে এই কারেন্টকে ইলেক্ট্রো-প্লেটিং, ব্যাটারী চার্জিং প্রভৃতির কাজে ব্যবহার করা যায় না।

অল্টারনেটিং কারেন্ট কি করে ট্রান্সমিট্ করা হয় তার একটি পরীক্ষামূলক উদাহরণ দেওয়া হচ্ছে। ২৪নং চিত্রে তা বুঝান হয়েছে। বিভিন্ন সহরে ইলেকট্রিক্যাল এনার্জী সরবরাহের জন্য একটি অল্টারনেটর ব্যবহার করা হয়। ধরা যাক যে তিনটি সহরে মোট ১১২ কিলোওয়াট কারেন্ট সরবরাহ করতে হবে—

অর্থাৎ একটি সহরে ৯০ কিলোওয়াট, দ্বিতীয় সহরে ১২ কিলো-ওয়াট ও তৃতীয় সহরে ১০ কিলোওয়াট প্রয়োজন। এই তিনটি জায়গায় যথাক্রমে ৪৪০ ভোল্ট, ২৩০ ভোল্ট ও ২২০ ভোল্ট প্রয়োজন। অল্টারনেটর থেকে মোট ১০০০ ভোল্ট পাওয়া যায়। যদি এই সরবরাহটি ডি-সি হতো তবে ঐ নির্দ্দিষ্ট পরিমাণ ভোল্টেজ পাওয়ার জন্য যন্ত্রটিকে মডিফাই (Modify) করতে হত। কিন্তু এ-সিতে ঐরূপ কোন বাধার সৃষ্টি করে না। আর একটা কথা হচ্ছে যে ১০০ ওমস রেজিষ্ট্যান্সযুক্ত লাইনের মধ্য দিয়ে এনার্জীকে ট্রান্সমিট করা প্রকৃতপক্ষে অসম্ভব কারণ তাতে অত্যধিক ভোল্টেজ ও এনার্জী নষ্ট হয়।

এ-সি কারেন্টের বেলায় মাত্র একটি ট্রান্সফরমার ব্যবহার করেই এই জটিল সমস্যার সমাধান করা যায়। আর ট্রান্সমিসন লাইনে ভোল্টেজ যত বেশী দেওয়া হবে এনার্জী তত কম নষ্ট হবে।

পূর্ব্বেই বলেছি যে মোট ওয়াটেজ হচ্ছে ১১২ কিলোওয়াট— অর্থাৎ (১১২,০০০ ওয়াট)। সুতরাং ঐ ট্রান্সমিশন লাইনের কারেন্ট হবে—

$$\frac{১১২,০০০}{১০০,০০০}$$

$$= ১\cdot১ \text{ এ্যাম্পিয়ার।}$$

অল্টারনেটর থেকে ১০০০ ভোল্ট পাওয়া যাচ্ছে। অতএব ট্রান্সফরমারের প্রাইমারীতে কারেন্ট হবে—

$$\frac{১১২,০০০}{১০০০}$$

$$= ১১২ \text{ এ্যাম্পিয়ার।}$$

এখন দেখা যাক্ ঐ লাইনে কত ভোল্টেজ নষ্ট হচ্ছে। ভোল্টেজ লস্ (loss) = I × R.

= ১·১ × ১০০

= ১১০·০

$$= \frac{১১০০}{১০}$$

= ১১০ ভোল্ট

আমাদের মোট ভোল্টেজ হচ্ছে ১০০,০০০ আর লস্ (loss) হচ্ছে ১১০ ভোল্ট। সুতরাং এই ভোল্টেজ লস্‌কে অগ্রাহ্য করা যায়।

আবার দেখা যাক কত এনার্জী নষ্ট হচ্ছে—

এনার্জী লস্ = $I^2 \times R$

= ১·১ × ১·১ × ১০০

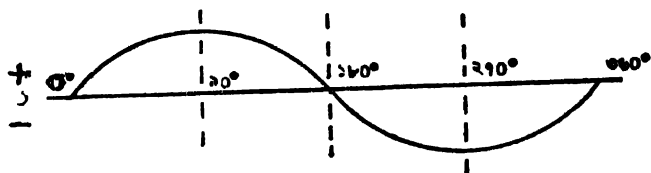
= ১২১·০০

$$= \frac{১২১০০}{১০০}$$

= ১২১ ওয়াট।

সুতরাং ১,১২,০০০ ওয়াটের তুলনায় ইহা অত্যন্ত অল্প। **এখানে একটি কথা বলে রাখা প্রয়োজন যে ট্রান্সফরমারের মধ্য দিয়ে ইলেকট্রিক্যাল এনার্জীকে বৃদ্ধি করা যায় না। ভোল্টেজ অথবা কারেণ্টকে ইচ্ছামত বাড়ান যায়। তবে এদের মধ্যে একটাকে বাড়ালেই অপরটি কমে যাবে।**

অল্টারনেটিং কারেণ্টের ফ্রিকোয়েন্সি (Frequency of Alternating current)—ইলেকট্রিকের কাজে বহু প্রকার

সাইক্লস্-এর অল্টারনেটিং কারেণ্টের প্রচলন আছে। সাধারণতঃ বড় বড় সহরে ৬০ এবং ৪০ সাইক্লস্-এর কারেণ্টেই প্রচলিত। তবে অনেক সহরে ৫০ সাইক্লস্-এর কারেণ্টও আছে। রেডিও ট্রান্সমিটারের মাইক্রোফোন সার্কিটে, রেডিও গ্রাহক যন্ত্রের লাউডস্পিকার ও অডিও সার্কিটে প্রতি সেকেণ্ডে ৬০ থেকে ১০,০০০ সাইক্লস্-এর ভ্যারিয়িং (Varying) অডিও ফ্রিকোয়েন্সি কারেণ্ট পাওয়া যায়। ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশনে রেডিও ওয়েভসকে শূন্যের মধ্যদিয়ে বহন করার জন্য যে উচ্চ স্পন্দনজাত কেরিয়ার কারেণ্ট ব্যবহার করা হয়, তাকে বলে রেডিও ফ্রিকোয়েন্সী কারেণ্ট। এই রেডিও ফ্রিকোয়েন্সী প্রতি সেকেণ্ডে

২৫নং চিত্র — অল্টারনেটিং কারেণ্টের একটি সম্পূর্ণ সাইক্ল।

২০,০০০ সাইক্লস্ থেকে ৩০০,০০০,০০০ সাইক্লস্ গতিতে পথ অতিক্রম করে।

পূর্ব্বেই বলা হয়েছে যে একটি সম্পূর্ণ পরিবর্ত্তনের সিরিজ—যার মধ্যদিয়ে অল্টারনেটিং কারেণ্ট প্রবাহিত হয় তাকেই বলে সাইক্ল—২৫নং চিত্র অল্টারনেটিং কারেণ্টের একটি সম্পূর্ণ সাইক্ল। ঐ সাইক্লকে ৩৬০°তে বিভক্ত করা হয়েছে। কি প্রকারে কারেণ্ট ৯০° ও ২৭০°তে ম্যাকসিমাম্ পজিসনে আসে তা পূর্ব্বেই বলা হয়েছে।

ধরা যাক্ ১৩নং চিত্রে অঙ্কিত অল্টারনেটরটি প্রতি সেকেণ্ডে ৫০ বার ঘুরছে। অর্থাৎ ঐ অল্টারনেটর থেকে যে কারেণ্ট

পাওয়া যাবে তার সম্পূর্ণ পরিবর্ত্তনের মান হবে প্রতি সেকেণ্ডে ৫০ সাইক্লস্—একেই বলা হয় **৫০ সাইক্লস্ কারেন্ট।**

একটি অল্টারনেটরে কেবলমাত্র দুটি মেরুই থাকে না, অনেকগুলি মেরু থাকে। এখন একটি অল্টারনেটর থেকে কত ফ্রিকোয়েন্সির কারেন্ট পাওয়া যাবে নিম্নের সূত্র অনুযায়ী তা সহজেই নির্ণয় করা যায়।

সূত্র :-

$$F = \frac{P \times N}{৬০}$$

এখানে F হচ্ছে সাইক্লসে প্রতি সেকেণ্ডে কারেণ্টের ফ্রিকোয়েন্সী।

P হচ্ছে অল্টারনেটরে ব্যবহৃত মেরুর সংখ্যা।

N হচ্ছে প্রতি মিনিটে আর্মেচারটি কত পাক ঘোরে তার সংখ্যা।

একে প্রকাশ করা হয় রিভোলিউশন-পার-মিনিট (revolution per miniute অথবা r. p. m.) দ্বারা। সমস্ত সংখ্যাকে ৬০ দ্বারা ভাগ করা হয়েছে কারণ আর্মেচারের রিভোলিউশন প্রকাশ করা থাকে মিনিটে। কিন্তু কারেণ্টের ফ্রিকোয়েন্সী প্রকাশ করা হয়—সাইক্লস্-পার-সেকেণ্ড (cycles per second) দ্বারা।

উদাহরণ :—কোন অল্টারনেটরের মেরুর সংখ্যা হচ্ছে ৬, আর্মেচারটির রিভোলিউশন স্পিড হচ্ছে ৩০০ r. p. m. ঐ অল্টারনেটর থেকে কত ফ্রিকোয়েন্সীর কারেণ্ট পাওয়া যাবে?

অল্টারনেটিং কারেণ্টের ম্যাকসিমাম্ ভ্যালু ও এফেক্টিভ ভ্যালু (Maximum value and Effective value of A/C current)—অল্টারনেটিং কারেণ্টের ভ্যালু সকল সময়েই

পরিবর্ত্তীত হচ্ছে। একবার জিরো থেকে ম্যাকসিমাম্, আবার জিরো, আবার ঠিক বিপরীত দিকে ম্যাকসিমাম্, অনবরতই এইরূপ পরিবর্ত্তন করছে। ২৫নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে সম্পুর্ণ কার্ভের মধ্যে ম্যাকসিমাম্ ভ্যালু সামান্য অংশেই বিস্তারিত। তাই ভালভাবে দেখতে গেলে দেখা যাবে যে, কোন যন্ত্র এই কারেন্টের ম্যাকসিমাম্ ভ্যালুতে কাজ করে না। প্রকৃতপক্ষে কাজ করে ম্যাকসিমাম্ ভ্যালু অপেক্ষা কম ভ্যালুতে। এই কার্য্যকারী—অর্থাৎ সচরাচর যে ভ্যালুতে কাজ করা হয় তাকে বলে **এফেক্টিভ ভ্যালু** বা R. M. S. ভ্যালু। R. M. S. এর অর্থ হচ্ছে Root Means Square। এই R, M S. ভ্যালুই হচ্ছে ডিরেক্ট কারেন্টের সমান।

অল্টারনেটিং কারেন্টের এফেক্টিভ ভ্যালু বা R M. S. ভ্যালু খুব সহজেই নির্ণয় করা যায়। ধরা যাক একটি ১০ ওমস্ রেজিষ্ট্যান্স-এর মধ্য দিয়ে ১০ এ্যাম্পিয়ার অল্টারনেটিং কারেন্ট প্রবাহিত করান হল। এর পর ঐ রেজিষ্ট্যান্স-এর মধ্যদিয়ে একই ভ্যালুর ডি-সি কারেন্ট প্রবাহিত করান হল। লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে ডিরেক্ট কারেন্টের সময় রেজিষ্ট্যান্স যতটা উত্তপ্ত হবে—অল্টারনেটিং কারেন্টের বেলায় কিন্তু ততটা উত্তপ্ত হবে না। এ থেকে বুঝা গেল যে এখানে যে ভ্যালুর অল্টারনেটিং কারেন্ট ব্যবহার করা হয়েছে তা ম্যাকসিমাম্ ভ্যালুর অল্টারনেটিং কারেন্ট। কারণ, যদি এফেক্টিভ্ ভ্যালুর অল্টারনেটিং কারেন্ট হত তবে তা ঠিক ডিরেক্ট কারেন্টের ন্যায় কাজ দিত। অর্থাৎ ডিরেক্ট কারেন্টের বেলায় রেজিষ্ট্যান্স যতটা উত্তপ্ত হয়েছিল—অল্টারনেটিং কারেন্টের বেলাতেও ঠিক ততটাই উত্তপ্ত হত।

রেডিওর কাজে অনেক ক্ষেত্রে এ-সি কারেন্টের ম্যাকসিমাম্ ভ্যালু জানার প্রয়োজন হয়। পর পৃষ্ঠায় সূত্র দেওয়া হল :—

সূত্র ঃ—

ম্যাকসিমাম্ ভ্যালু = এফেক্‌টিভ ভ্যালু × ১৪১

এখানে ব্যবহৃত ১'৪১ সংখ্যাটি হচ্ছে একটা কনষ্ট্যাণ্ট ভ্যালু।

উদাহরণ ঃ—ধরা যাক্ কোন সার্কিটে ২৩০ ভোল্টের e. m. f. প্রবাহিত হচ্ছে। ঐ সার্কিটের ম্যাকসিমাম্ ভ্যালু কত হবে?

ম্যাকসিমাম্ ভ্যালু = ২৩০ × ১'৪১

= ৩২৪'৩ ভোল্টস্।

আবার R. M. S ভ্যালু বাহির করতে হলে সূত্র হচ্ছে—

$$\text{আর, এম্, এস্} = \frac{\text{ম্যাকসিমাম্ ভ্যালু}}{১'৪১}$$

উদাহরণ ঃ—যদি কোন সার্কিটের ম্যাকসিমাম্ ভ্যালু হয় ২৩০ ভোল্ট তবে তার এফেক্‌টিভ ভ্যালু কত হবে?

$$\text{আর, এম্, এস্} = \frac{২৩০}{১'৪১}$$

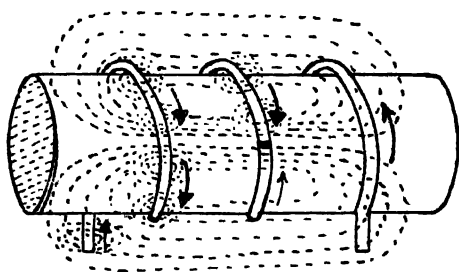
$$= \frac{২৩০০০}{১৪১}$$

= ১৬৩'১ ভোল্টস্।

এখানে একটি কথা বলে রাখা দরকার যা পূর্ব্বেই বলেছি যে ম্যাকসিমাম্ এ-সি কারেন্টের আর-এম্-এস্ ভ্যালুই হচ্ছে ডি-সি কারেন্ট। সুতরাং ২৩০ ভোল্ট ম্যাকসিমাম্ এ-সি সমান ১৬৩ ভোল্ট ডি-সি।

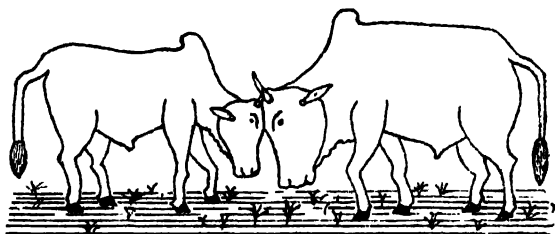
ইনডাক্‌টিভ রিয়্যাক্টেন্স (Inductive Reactance) **পূর্ব্বেই বলা হয়েছে যে অল্টারনেটিং কারেন্ট সকল সময়েই দিক পরিবর্ত্তন করে। একটি কণ্ডাক্টরের মধ্য দিয়ে যদি ইলেকটিক**

কারেন্ট প্রবাহিত হয় তবে তার চারিদিকে ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সৃষ্টি হয়। যদি কোন প্রকারে কারেন্টকে ভ্যারি করা যায় তবে তার ম্যাগনেটিক্ ফিল্ডও ভ্যারি করবে। সুতরাং যদি ঐ কণ্ডাক্টরের মধ্যে অল্টারনেটিং কারেন্ট দেওয়া যায় তবে ভ্যারিয়িং ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সৃষ্টি হবে। এই কথাগুলি মনে রাখলে **ইনডাকটিভ** রিয়াক্‌টেন্স বুঝতে অসুবিধা হবে না।

২৬নং চিত্র লক্ষ্যকরলে দেখা যাবে যে সেখানে একটি আয়রণ

২৬নং চিত্র—একটি আয়রণকোর কয়েল।

কোর কয়েল অঙ্কন করা হয়েছে। এই কয়েলে তিন পাক তার গুটান আছে। ধরা যাক্ ঐ কয়েলের মধ্য দিয়ে এ-সি কারেন্ট প্রবাহিত হচ্ছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে কারেন্ট দ্বিতীয় পাকের "ক" চিহ্নিত স্থানে গিয়ে পৌঁচেছে। কারেন্ট যেদিকে প্রবাহিত হচ্ছে সেই দিকেই তীর চিহ্নে দেওয়া আছে। চিত্র লক্ষ্য করলে আরও দেখা যাবে যে কারেন্ট যতটা প্রবাহিত হয়েছে ততটা জায়গায় ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সৃষ্টি হয়েছে। আয়রণ কোর ব্যবহার করায় ফিল্ডের শক্তিও বেশী হবে। তাই সেই ফিল্ড নিকটবর্ত্তী তারের পাকের মধ্য দিয়েও প্রবাহিত হবে। যেহেতু, ম্যাগনেটিক্ লাইন্স-অব্-ফোর্স

কণ্ডাক্টরকে কার্ট করছে সেইজন্য ঐ কণ্ডাক্টরেও ভোল্টেজ ইনডিউসড্ হবে। চিত্রে অঙ্কিত কয়েলে যে দিকে ভোল্টেজ ইনডিউসড্ হবে তা ডটেড তীর দ্বারা দেখান হয়েছে।

এখন যেহেতু অল্টারনেটিং কারেণ্ট দিক পরিবর্ত্তন করছে সেহেতু ম্যাগনেটিক্ ফিল্ডও পরিবর্ত্তীত হচ্ছে। সুতরাং যতক্ষণ কারেণ্ট প্রবাহিত হবে ততক্ষণ ঐ কয়েলে **কাউণ্টার-ইলেকট্রো-মোটিভ্ ফোর্স** বর্ত্তমান থাকবে। এই কাউণ্টার ইলেক্ট্রো-মোটিভ ফোর্সকে বুঝতে হলে ২৭নং চিত্রকে ভালভাবে বুঝতে

২৭নং চিত্র—কাউণ্টার ইলেকট্রোমোটিভ ফোর্স।

হবে। এই ২৭নং চিত্রে দুটি গরুকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে উহাদের মধ্যে একটি অপরটি অপেক্ষা শক্তিতে ও গঠনে বড়। ধরা যাক একটি e. m. f. আর অপরটি কাউণ্টার e. m. f.। যেহেতু একটি অপরটিকে বাধা দেবার চেষ্টা করছে সেইহেতু এদের **রেজালটেণ্ট্** (resultant) অথবা **এফেক্টিভ ফোর্স** বাহির করতে হলে বড়টির শক্তি থেকে ছোটটির শক্তি বিয়োগ করতে হবে।

ধরা যাক কয়েলে যে e. m. f. দেওয়া হয়েছে তা ২৩০ ভোল্ট আর কাউণ্টার e. m. f. এর ভ্যালু হচ্ছে ২০০ ভোল্ট। কারেণ্ট প্রবাহের পথে এই যে শক্তিটি বাধা দিচ্ছে এই শক্তিকে

ওমস্-এ প্রকাশ করা যায় আর এই শক্তিকে রেজিষ্ট্যান্সের পৃথক করে রাখার জন্য এর নাম দেওয়া হয়েছে **রিয়াকটেন্স** (Reactance)। এই রিয়াকটেন্স-এর অর্থ হচ্ছে **রিয়াকসন্।** সাধারণতঃ দুই প্রকারের রিয়াকটেন্সের প্রচলন আছে।

১। ইনডাকটিভ্ রিয়াকটেন্স

২। ক্যাপাসিটিভ্ রিয়াকটেন্স

কয়েলের পাক যত বেশী হবে তার রিয়াকটেন্সও তত বেশী হবে। আবার কারেন্টের বা সার্কিটের ফ্রিকোয়েন্সীর উপরও কয়েলের রিয়াকটেন্স নির্ভর করে। কারণ, প্রতি সাইক্লসে ম্যাগনেটিক্ ফিল্ড একবার শক্তিশালী হয়, আবার কমে যায়। তাই কাউন্টার ই-এম্-এফ্ও সেই সঙ্গে কম বেশী হয়। এ থেকে বুঝা গেল যে **অল্টারনেটিং কারেন্টের ফ্রিকোয়েন্সী যত বেশী হবে ম্যাগনেটিক ফিল্ডও তত তাড়াতাড়ি ভ্যারি করবে আর কাউন্টার ই-এম্-এফও তত বেশী হবে।**

কোন কয়েলের ইনডাকটিভ রিয়াকটেন্স বাহির করতে হলে নিম্নে প্রদত্ত সূত্র দ্বারা তা করা যায়।

সূত্র :—

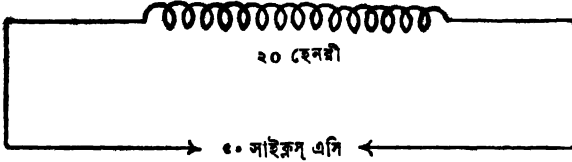
X = ৬'২৮ $\times$ f $\times$ L

এখানে X = রিয়াকটেন্স।

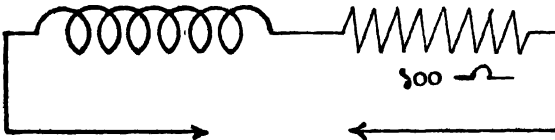
৬'২৮ = একটি কনষ্ট্যান্ট ভ্যালু।

f = সাইক্লসে প্রতি সেকেণ্ডের ফ্রিকোয়েন্সী।

L = হেনরী হিসাবে ইনডাকটেন্স।

উদাহরণ :—২৮নং চিত্রে একটি ২০ হেনরীর কয়েল ব্যবহার করা হয়েছে। আর কারেন্টের ফ্রিকোয়েন্সী হচ্ছে ৫০ সাইক্লস। ঐ সার্কিটের ইনডাকটিভ রিয়াকটেন্স কত?

২৮নং চিত্র—এ-সি সার্কিটে ব্যবহৃত কয়েল।

সূত্র :— X = ৬·২৮ × f × L
= ৬·২৮ × ৫০ × ২০
= ৬·২৮ × ১০০০
= ৬২৮০ ওমস্।

এখানে একটি কথা বলে রাখা প্রয়োজন যে রিয়াকটেন্স, রেজিষ্ট্যান্সের ন্যায় ইলেকট্রিক্যাল এনার্জী লসের কারণ হয় না।

২৯নং চিত্র

রিয়াকটেন্সের একমাত্র কাজ হচ্ছে এ-সি কারেণ্টের প্রবাহের পথে বাধার সৃষ্টি করা। তবে তারের কয়েলে যে একেবারে এনার্জী নষ্ট হয় না একথা বলা যায় না; তারের নিজস্ব রেজিষ্ট্যান্স-এর জন্য কিছুটা এনার্জী নষ্ট হয়।

উদাহরণ স্বরূপ ধরা যাক্ ২৮নং চিত্রে অঙ্কিত সার্কিটকে। চিত্রটি ২২০ ভোল্টে কাজ করার জন্য অঙ্কন করা হয়েছে। এই সার্কিটকে যদি ২৫০ ভোল্ট ও ·৩ এ্যাম্পিয়ারে ব্যবহার করতে হয় তবে ২৯নং চিত্রের ন্যায় একটি রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করতে হবে। এখানে ২৫০ বা ৩০ ভোল্ট ড্রপ করতে হবে। ওমস্ সূত্র অনুযায়ী রেজিষ্ট্যান্সের পরিমাণ হবে।

$$R = \frac{E}{I}$$

$$= \frac{৩০}{·৩} = \frac{৩০০}{৩}$$

$$= ১০০ \text{ ওমস্।}$$

এই রেজিষ্ট্যান্স এনার্জী লস্ করবে,

$$W = I^{2} \times R$$

$$= ·৩ \times ·৩ \times ১০০$$

$$= ৯ \text{ ওয়াট।}$$

এখন ধরা যাক্ ঐ রেজিষ্ট্যান্সের বদলে যদি একটি কয়েল ব্যবহার করা হয় তবে তার ভ্যালু ও এনার্জী লস্ কত হবে।

কয়েলের ইন্‌ডাকটেন্স বাহির করতে হলে তার সূত্র হচ্ছে—

$$L = \frac{X}{৬·২৮ \times ৮}$$

এখানে L = হেনরী হিসাবে ইন্‌ডাকটেন্স।
X = রিয়াক্‌টেন্স।
f = ফ্রিকোয়েন্সী।
৬'২৮ = কনষ্ট্যাণ্ট।

সার্কিটের রিয়াকটেন্স হচ্ছে ১০০ ওমস্‌।
ফ্রিকোয়েন্সী হচ্ছে ৫০ সাইক্লস্‌।

$$L = \frac{১০০}{৬'২৮ \times ৫০}$$

= '৩১৮ হেনরী।

যদি এই কয়েলকে এইরূপ ভাবে প্রস্তুত করা হয় যে উহার রেজিষ্ট্যান্স হবে ৫ ওমস তবে এনার্জী লস্‌ হবে :—

'৩ × '৩ × ৫
= '৯ × ৫
= ৪'৫ ওয়াট।

ক্যাপাসিটিভ্‌ রিয়াকটেন্স (Capacitive Reactance)—পূর্ব্বেই বলা হয়েছে যে রিয়াকটেন্স দুই প্রকারের। ইনডাকৃটিভ রিয়াকটেন্স সম্বন্ধে পূর্ব্বেই আলোচনা করা হয়েছে। এখন ক্যাপাসিটিভ রিয়াকটেন্স। এই ক্যাপাসিটিভ রিয়াকটেন্সের কাজ ইনডাকটিভ্‌ রিয়াকটেন্সের ঠিক বিপরীত। ইনডাকটিভ্‌ রিয়াকটেন্সের বেলায় বলা হয়েছে যে একটি কয়েলে **ফ্রিকোয়েন্সী যত বেশী হবে তার রিয়াকটেন্সও তত বেশী হবে।** কিন্তু

ক্যাপাসিটিভ্ রিয়াকটেন্সের বেলায় **ফ্রিকোয়েন্সী যত বেশী হবে তার রিয়াকটেন্স তত কম হবে।**

ওমস্-এ ক্যাপাসিটিভ্ রিয়াকটেন্স নির্ণয় করতে হলে নিম্নের সূত্র প্রয়োগ করতে হবে।

$$X = \frac{১}{৬\cdot২৮ \times f \times c}$$

এখানে X = ক্যাপাসিটিভ রিয়াকটেন্স।
f = ফ্রিকোয়েন্সী।
C = ক্যাপাসিটি (যা ফ্যারাড দ্বারা প্রকাশ করা হয়)
৬·২৮ = কনষ্ট্যান্ট ভ্যালু।

উদাহরণ :—৫০ সাইক্লস্ সার্কিটে ব্যবহৃত ২ মাইক্রোফ্যারাড কনডেন্সারের রিয়াকটেন্স কত হবে ?

২ মাইক্রোফ্যারাড = ·০০০,০০২ ফ্যারাড

$$X = \frac{১}{৬\cdot২৮ \times ৫০ \times \cdot০০০০০২}$$

$$= \frac{২০০,০০০,০০০}{৬২৮ \times ৫০ \times ২}$$

$$= \frac{২৫০,০০০,০০০}{১৫৭}$$

$$= \frac{২৫০০০}{১৫৭}$$

= ১৫৯২·৩ ওমস্

উদাহরণ :—যদি ঐ একই কনডেন্সারটি ৫০০ সাইক্লস্ সার্কিটে ব্যবহার করা হয় তবে তার রিয়াকটেন্স কত হবে ?

$$X = \frac{\text{১}}{\text{৬·২৮} \times \text{৫০০} \times \text{·০০০০০২}}$$

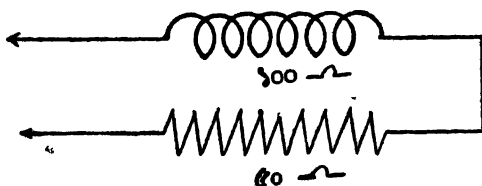
$$= \frac{\text{১০০,০০০,০০০}}{\text{৬২৮} \times \text{৫০০} \times \text{২}}$$

$$= \frac{\text{১০০,০০০,০০০}}{\text{৬২৮} \times \text{১০০০}}$$

$$= \frac{\text{২৫০০০}}{\text{১৫৭}}$$

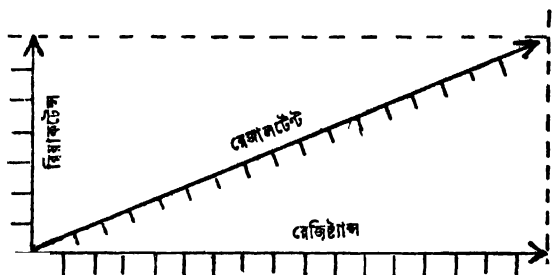
$$= \text{১৫৯·২ ওমস্}$$

১০০ Ω

৫০ Ω

৩০নং চিত্র

রেজিষ্ট্যান্স ও রিয়াকটেন্স (Resistance and Reactance) ৩০নং চিত্রে একটি ৫০ ওমস্ রেজিষ্ট্যান্স ও একটি ১০০ ওমস্-এর রিয়াকটেন্সকে (কয়েল) সিরিজে যুক্ত করা হয়েছে। এদের মোট রেজাল্‌টেণ্ট অথবা এফেক্‌টিভ অপোজিসন্ (effective oppotition) কত হবে, যদি এইরূপ প্রশ্ন করি তবে হয়তো শিক্ষার্থীরা সাধারণ ভাবে বলবেন যে ৫০+১০০ বা ১৫০

ওমস্, কিন্তু এটা সম্পূর্ণ ভুল। এদের রেজালটেণ্ট কত হবে তা ৩১নং চিত্রে গ্রাফের সাহায্যে নির্ণয় করা হয়েছে।

একটি গ্রাফ পেপারে প্রথমে একটি সরল রেখা টানা হল। এই রেখাটি টানা হল রেজিষ্ট্যান্সের জন্য। এর পর ঐ সরল রেখার উপর লম্বা করে আর একটি রেখা টানা হল এটি রিয়াক-টেন্সের জন্য। ধরা যাক যে ছোট ছোট ঘর টানা হয়েছে তার প্রত্যেকটির মান ৫ ওমস্। এখন ঐ দুটি সরল রেখার সমান্তরাল করে আর দুটি সরল রেখা টানা হল যাতে সম্পূর্ণ জিনিষটি একটি

৩১নং চিত্র—৩০নং চিত্রের গ্রাফ। এখানে রেজিষ্ট্যান্স ও রিয়াকটেন্সের রেজালটেণ্টকে বুঝান হয়েছে।

সামন্তরিকে পরিণত হয়। এর পর ঐ সামান্তরিকের একটি কর্ণ টানা হল। এই কর্ণকেও ছোট ছোট অংশে ভাগ করা হল (এখানে গ্রাফ পেপারের দুইটি ছোট ঘরকে একটি ঘর ধরা হয়েছে)। এখন রেজালটেণ্ট হল প্রায় ১১১ ওমস্। এই যে মোট অপজিসন হল, এটা কেবল রেজিষ্ট্যান্স অথবা কেবল রিয়াকটেন্সের নয়, এটা দুটির সমন্বয়ে হয়েছে। তাই এদের মিলিত শক্তিকে বলা হয় **ইম্পিডেন্স** (Impidance)। এই ইম্পিডেন্সকে "Z" এই সংখ্যা দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

ইম্পিডেন্স ক্যালকুলেশন (Calculation of Impidance)

৩০নং চিত্রে ইম্পিডেন্স নির্ণয়ের সহজ উপায় দেওয়া আছে। অঙ্কের সাহায্যেও এই ইম্পিডেন্সকে নির্ণয় করা যায়। নিম্নে সূত্র দেওয়া হল।

সূত্র :—

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

এখানে Z = ওমসে ইম্পিডেন্স।
R = রেজিষ্ট্যান্স।
X = রিয়াকটেন্স।

৩১নং চিত্রে যে গ্রাফ বা ৩০নং চিত্রে যে সার্কিট দেওয়া আছে তা অঙ্কে প্রকাশ করা যাক্।

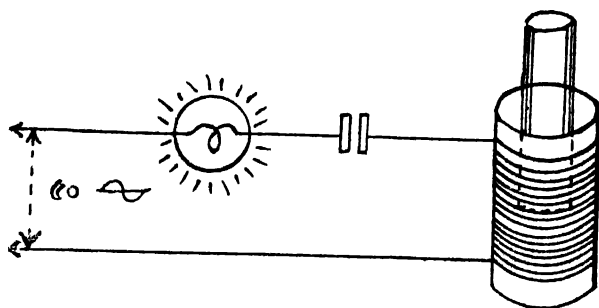
$$Z = \sqrt{১৫০^২ + ১০০^২}$$

$$= ১১১ \text{ ওমস্।}$$

রিজোনেন্স (Resonance)—কোন সার্কিটে যদি ইনডাকটিভ রিয়াকটেন্স আর ক্যাপাসিটিভ রিয়াকটেন্স একই সঙ্গে কাজ করে তবে ঐ সার্কিটের ইম্পিডেন্স কত হবে তা নির্ণয় করতে হলে সাধারণ ভাবে বেশী শক্তির রিয়াকটেন্সটি থেকে কম শক্তির রিয়াকটেন্সটি বিয়োগ করতে হয়। কিন্তু যদি কোন সার্কিটে দুটিই সমান শক্তির হয় তবে তার কি ফল হবে? পরস্পর কাটাকাটি করে জিরো হয়ে যাবে। ফলে ঐ সার্কিটের রেজিষ্ট্যান্সই হবে ঐ সার্কিটের ইম্পিডেন্স। যদি এইরূপ অবস্থার উদ্ভব হয় তবে বলা হয় যে ঐ সার্কিটটি "রিজোনেন্সে" আছে।

৩২নং চিত্রের ন্যায় একটি ১১০ ভোল্ট ৫০ সাইক্লস্ সার্কিটে একটি বালব, একটি ১০ মাইক্রো ফ্যারাড কনডেন্সার ও একটি ·৫

হেনরীর কয়েল সিরিজে যুক্ত করা আছে। যে কয়েল দিয়ে পরীক্ষা করা হবে সেই কয়েলটি একটি ৩"X ১২" ফরমারে ১৮নং S. C. C. তার ৭৫০ থেকে ১০০০ পাক জড়াতে হবে। ঐ ফরমারের মধ্যে একটি নরম লোহা আয়রণ কোর হিসাবে ব্যবহার করতে হবে। লোহাটি এইরূপ ভাবে লাগাতে হবে যাতে উহাকে সহজে কমান ও বাড়ান যায়।

এখন যদি ঐ লোহাটিকে বাহির করে নেওয়া হয় তবে দেখা যাবে যে বাল্‌বটি খুব কম আলো দিচ্ছে। তারপর যদি ঐ

৩২নং চিত্র—সিরিজ সার্কিটেযুক্ত বালব্‌ কনডেন্সার ও আয়রণ কোর কয়েল

লোহাটিকে অল্প অল্প করে ফরমারের মধ্যে নিয়ে যাওয়া যায় তবে দেখা যাবে যে এক সময়ে ঐ বাল্‌বটি খুব জোরে জ্বলবে। এ থেকে বুঝা গেল যে যখন আলোটি জোরে জ্বলছে তখন তার যা রিয়াকটেন্স সেটা কনডেন্সারের রিয়াকটেন্সের সঙ্গে সমান হয়ে গেছে। ফলে সার্কিটের ইম্পিডেন্স হচ্ছে বাল্‌বের রেজিস্ট্যান্সের সমান। আবার কনডেন্সারের ভ্যালু পরিবর্ত্তন করেও এই পরীক্ষাটি করা যায়।

এখানে একটি কথা বলে রাখা দরকার যা পূর্ব্বেই বলা হয়েছে যে ইনডাকটিভ রিয়াকটেন্স আর ক্যাপাসিটিভ রিয়াকটেন্স উভয়েই কারেন্টের ফ্রিকোয়েন্সীর উপর নির্ভর করে। সুতরাং একটি নির্দ্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সীতেই সার্কিটটি রিজোনেন্স-এ আসবে। কিন্তু যদি এই ফ্রিকোয়েন্সীকে পরিবর্ত্তিত করা যায় তবে সেই সার্কিটকে পুনরায় রিজোনেন্স-এ আনতে হলে ইনডাকটেন্স অথবা কনডেন্সারের ভ্যালুকে পরিবর্ত্তিত করতে হয়।

এই যে ইনডাকটেন্স অথবা কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি পরিবর্ত্তন করে সার্কিটকে রিজোনেন্স করা হয় একে বলে **টিউনিং** (tuning) করা। রেডিওর কাজে রেডিও ফ্রিকোয়েন্সী এ্যামপ্লিফায়ার ষ্টেজকে টিউনিং নব্ অথবা ডায়েল ঘুরিয়ে একটি নির্দ্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সীতে টিউন করা হয়। সাধারণতঃ টিউনিং সার্কিটের ভেরিয়েবল কনডেন্সারের রোটর প্লেটকে কম বেশী করে নির্দ্দিষ্ট ভ্যালুতে আনতে হয়। তবে কোন কোন রেডিওতে দেখা গেছে যে ফিক্সড (fixed) কনডেন্সার ব্যবহার করে কয়েলের মধ্যে একটি আয়রণ কোর দ্বারা কয়েলের ইনডাকটেন্সকে ভ্যারি করা হয়।

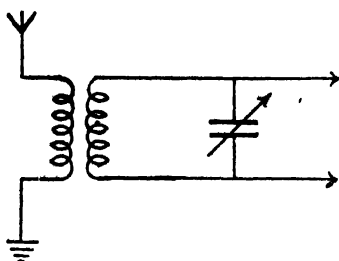
কোন টিউনিং সার্কিটকে দুই প্রকারে রিজোনেন্স করা হয়।

১। **সিরিজ ভাবে।**

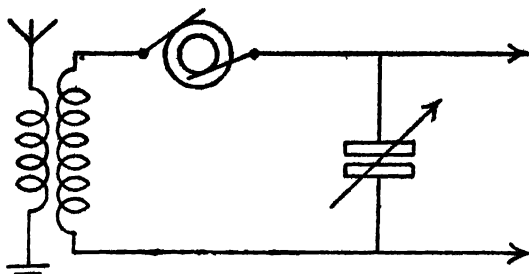
২। **প্যারালাল ভাবে।**

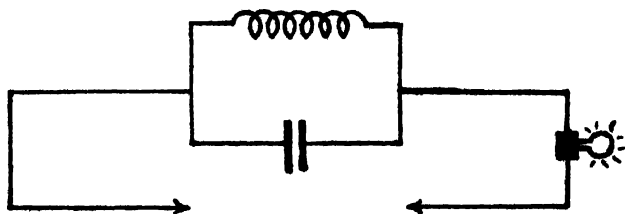
কয়েল ও কনডেন্সার যখন সিরিজে যুক্ত হয়ে সার্কিটে কাজ করে তখন তাকে বলা হয় সিরিজ রিজোনেন্স। আর যখন তারা প্যারালালে যুক্ত হয়ে সার্কিটে কাজ করে তখন তাকে বলা হয় প্যারালাল রিজোনেন্স।

সিরিজ রিজোনেন্স (Series Resonance)—একটি সিরিজ সার্কিটে রিজোনেন্সের উৎপত্তি তখনই হয় যখন ইনডাকটিভ্ রিয়াকটেন্স ও ক্যাপাসিটিভ্ রিয়াকটেন্স্ সমান হয় আর ঐ সার্কিটের কারেন্ট প্রবাহের পথে একমাত্র বাধা

থাকে তার রেজিষ্ট্যান্স। এই সিরিজ রিজোনেন্সকে ৩২নং চিত্রে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। ৩৩নং চিত্রে যে সার্কিট দেখান হয়েছে সেটা হচ্ছে একটা সাধারণ টিউনিং সার্কিট ; লোক্যাল রেডিও গ্রাহক যন্ত্রে সাধারণতঃ এইরূপ টিউনিং সার্কিটের ব্যবহার দেখা যায়। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে রেডিও ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশন থেকে প্রেরিত রেডিও ওয়েভস্ এরিয়ালে এসে ধরা দেয় ফলে ঐ এরিয়ালে সিগন্যাল ভোল্টেজ ইনডিউসড্ হয়। এই ভোল্টেজ সার্কিটের প্রাইমারী কয়েলে কিছু অল্টারনেটিং কারেন্টের সৃষ্টি করে। ফলে কিছু বেশী

৩৩নং চিত্র—একটি সাধারণ টিউনিং সার্কিট।

শক্তির ইলেকট্রোমোটিভ্ ফোর্স সার্কিটের সেকেণ্ডারী-কয়েলে ইনডিউসড্ হয়। এই সেকেণ্ডারী কয়েল আর টিউনিং কনডেন্সার ডিটেকটর সার্কিটের ইনপুট্ হিসাবে ব্যবহৃত হয়েছে। এই সার্কিটটিকে দেখলে প্রথমেই মনে হবে যে টিউনিং কয়েলের সেকেণ্ডারী আর টিউনিং কনডেন্সার একটি প্যারালাল সার্কিটের সৃষ্টি করেছে। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে তা নয় ভালরূপে চিন্তা করলেই বুঝা যাবে। প্রাইমারী কয়েল থেকে ভোল্টেজ কয়েলে ইনডিউসড্ হচ্ছে। ফলে সিরিজে সার্কিট পূর্ণ হচ্ছে। এই অবস্থাকে সহজেই বুঝা যাবে যদি ৩৪নং চিত্র লক্ষ্য করা

যায়। চিত্রে ইনডিউসড্ ভোল্টেজের পরিবর্ত্তে একটি অল্টারনেটর ব্যবহার করা হয়েছে। ফলে স্পষ্টই বুঝা যাচ্ছে যে সার্কিটটি সিরিজে আছে।

৩৪নং চিত্র সিগন্যাল ভোল্টেজের পরিবর্ত্তে এখানে একটি অল্টারনেটরকে ব্যবহার করা হয়েছে।

প্যারাল্যাল রিজোনেন্স (Parallel Resonance)—অনেক সুপারহেটেরোডাইন রিসিভারে এই প্যারাল্যাল রিজোনেন্স সার্কিট দেখা যায়। ৩৫নং চিত্রে উদাহরণ দেওয়া

৩৫নং চিত্র—প্যারাল্যাল রিজোনেন্স সার্কিট।

হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে ইনডাকটেন্স ও কনডেন্সার প্যারাল্যালে যুক্ত আছে। এইরূপ সার্কিটকে বলা হয় **প্যারাল্যাল টিউণ্ড** অথবা **অ্যান্টি-রিজোনেন্ট সার্কিট**

(Anti-resonent circuit)। এই সার্কিটের কাজ সিরিজ সার্কিটের ঠিক বিপরীত। পূর্ব্বে ৩২নং চিত্রে যে কয়েল আর কনডেন্সার ব্যবহার করা হয়েছিল সেই কয়েল আর সেই কনডেন্সারকেই ৩৫নং চিত্রের ন্যায় প্যারাল্যালে যুক্ত করতে হবে। এইবার পূর্ব্বের বালব্‌টিকে সম্পূর্ণ সার্কিটের সহিত সিরিজে যুক্ত করতে হবে। এখন যদি ইনডাক্‌টেন্সকে রিজোনেন্স করার জন্য কমান বা বাড়ান হয় তবে দেখা যাবে যে আলোটি খুব কম জ্বলবে—অথবা একেবারেই জ্বলবে না। আবার যদি ফ্রিকোয়েন্সী অথবা আয়রণ কোরটির যে কোন একটিকে কমান বা বাড়ান যায় তবে বাল্বব্‌টি পুনরায় জ্বলে উঠবে।

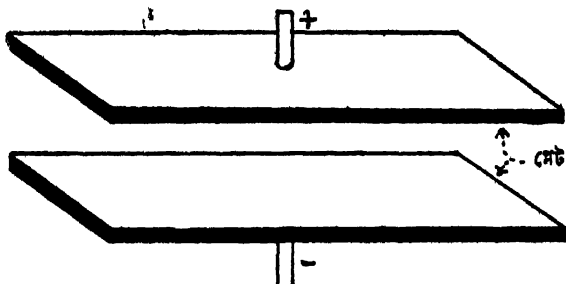
এ থেকে বুঝা গেলে যে **রেজোনেন্স এ থাকা অবস্থায় প্যারাল্যাল টিউণ্ড সার্কিটে**, বাহির থেকে যে e. m. f. প্রয়োগ করা হয়েছিল তার প্রবাহেব পথে উচ্চ শক্তির ইম্পিডেন্সের সৃষ্টি করে। আর কয়েল ও কনডেন্সারের মধ্য দিয়ে বেশী কারেন্ট প্রবাহিত হলেও মেন লাইনে কারেন্ট খুবই কম থাকে। প্রত্যেক জায়গাতেই ভোল্টেজ ঠিক থাকে ফ্রিকোয়েন্সী কম বেশী করার সঙ্গে সঙ্গে কারেন্ট ভ্যারি করে। ফ্রিকোয়েন্সী বৃদ্ধি করলে ক্যাপাসিটিভ্‌ রিয়াকটেন্স কমে যায় ফলে মোট কারেন্টের অনেকটা ঐ সার্কিটের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়; সেই সময়ে ইনডাকটিভ রিয়াকটেন্স বৃদ্ধি পায় ফলে তার মধ্য দিয়ে কম কারেন্ট প্রবাহিত হয়।

Test Questions

1. *What is Direct Current ?*
2. *What is Alternating current ? What are its merits and demerits ?*
3. *Justify "In a-c with the increase of frequency, counter e. m. f. also increases"*
4. *State the difference between Resistance and Reactance,*
5. *When do you consider a tuning circuit to be in Resonance ?*

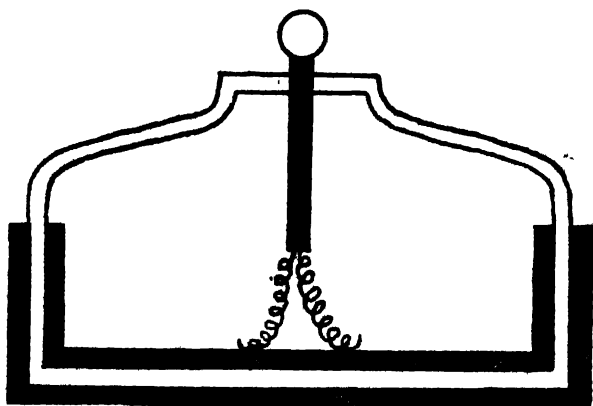
পঞ্চম অধ্যায়

কন্‌ডেন্সার

পরস্পর ব্যবধানযুক্ত দুইটি পরিবাহী-পদার্থ (Conductive Surface) যদি সমান্তরালভাবে একে অপরের সম্মুখীন হয় ও তাদের মধ্যস্থলে ভাল ইন্‌সুলেটর (অপরিবাহী-পদার্থ) বর্ত্তমান থাকে তাহলেই তা কন্‌ডেন্সার হয়ে উঠে। এই কনডেন্সারের ধর্ম্মই হচ্ছে ইলেকট্রিসিটিকে গ্রহণ করে, তাকে নিজের মধ্যে

৩৬নং চিত্র —সাধারণ এয়ার কনডেন্সারের চিহ্ন।

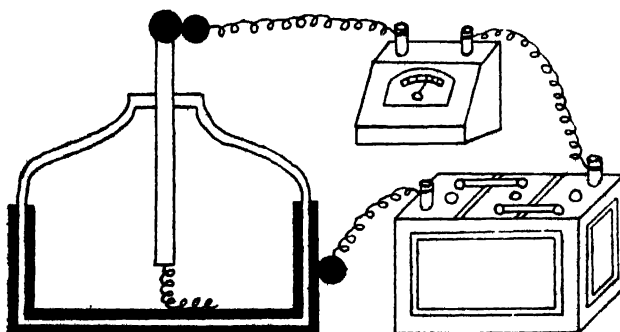
সঞ্চিত করে রাখা, আর প্রয়োজন মত সার্কিটের মধ্যে সরবরাহ করা। ৩৬নং চিত্রে একটি সাধারণ কনডেন্সারকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। কনডেন্সারের পরিবাহী-পদার্থ দুটিকে বলা হয় "প্লেট" এবং মধ্যস্থলের ঐ ইনসুলেটরকে বলা হয় * ডাই-

* অনেক ডাই-ইলেকট্রিক শব্দটাকে ডাইলেকট্রিক এইরূপ লিখে থাকেন।

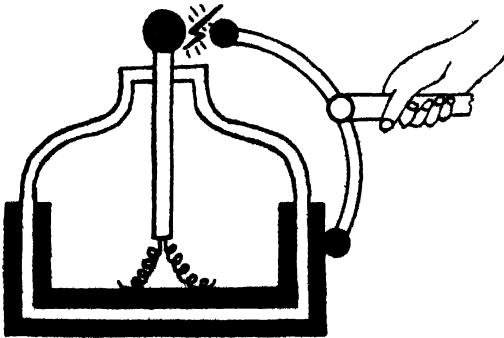
ইলেকট্রিক। এক্ষেত্রে প্লেট দুটির মধ্যস্থলে বায়ু (Air) থাকায় ঐ বায়ুই হচ্ছে এই কনডেন্সারের ডাই-ইলেক্‌ট্রিক। ইলেকট্রিক্যাল সার্কিটে ইনস্যুলেটর হিসাবে বায়ু খুব ভাল কাজ করে। তাই বেশীর ভাগ কনডেন্সারে তাকে ডাই-ইলেকট্রিক হিসাবে ব্যবহার করা হয়। তা ছাড়া অভ্র (Mica), কাগজ (paper), কাপড় (cloth), কাঁচ (glass) প্রভৃতিকেও ডাইলেকট্রিকের কাজে ব্যবহার করা হয় কারণ এগুলিও ভাল ইনস্যুলেটরের কাজ করে।

৩৭নং চিত্র - লীডন জার।

লীডেন জার (Leyden Jar)—পরীক্ষামূলক কাজের জন্য কনডেন্সার তৈরীর সবচেয়ে সহজ উপায় হচ্ছে ৩৭নং চিত্রের ন্যায় একটি কাঁচের পাত্রের (Glass Jar) ভিতর দিকে দুটি টিনের, সিসার কিম্বা এলুমিনিয়াম-এর পাতলা পাত কাঁচ পাত্রের গায়ে ভালভাবে লাগিয়ে দিতে হবে। একটি পরিবাহী পদার্থের রডকে (Rod) ভিতরের প্লেটের সঙ্গে যুক্ত করতে হবে (৩৭নং

চিত্রের ন্যায়)। এক্ষেত্রে পাত দুটিকে কনডেন্সারের প্লেট হিসাবে, এবং কাঁচ পাত্রটি ডাই-ইলেকট্রিক হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে। এই কৌশলটি হলিউডে অবস্থিত লীডেনের অধিবাসী ভ্যান মুসচেনব্রুক (Van Muschenbrock) কর্তৃক আবিষ্কৃত হয় বলেই এর নাম লীডেন জার।

এখন যদি লীডেন জারের প্লেট দুটি কোন ইলেকট্রিক্ এনার্জীর বা ব্যাটারীর সঙ্গে যুক্ত করে দেওয়া হয় যাতে ব্যাটারীর পজিটিভ দিক জারের ভিতরের প্লেটের সঙ্গে এবং নেগেটিভ

৩৮নং চিত্র।

দিক জারের বাহিরের প্লেটের সঙ্গে থাকে আর যদি ৩৮নং চিত্রেব ন্যায় একটি কারেন্ট নির্দ্দেশক মিটার বা এ্যাম্-মিটার ঐ সার্কিটের সঙ্গে যুক্ত করা যায় তবে দেখা যাবে যে কারেন্ট মাত্র কিছুক্ষণের জন্য ঐ সার্কিটের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হবে আর এ্যাম্-মিটার মাত্র একবার কারেন্ট নির্দ্দেশ করে পুনরায় জিরো (Zero) স্থানে চলে আসবে। এ থেকে বুঝা যায় যে ঐ লীডেন জারের প্লেট দুটির মধ্যে কোন যোগ বা কানেকশন্

নাই। এইভাবে জারের প্লেট দুটিকে চার্জ করে ব্যাটারী-সংযোগ খুলে নেওয়া হল। এবার যদি একটি পরিবাহী পদার্থ প্রথমে বাহিরের প্লেটের সঙ্গে যুক্ত করে পরে ঐ অবস্থায় তার অপর দিকটি ভিতরের প্লেটের সঙ্গে লাগান রডের নিকটে আস্তে আস্তে আনা যায় তবে ৩৯নং চিত্রের স্থায় স্পার্ক (Spark) দেখা যাবে। এইরূপে প্লেট দুটিকে চার্জ করে পোটেনশিয়াল ডিফারেন্স (Potential Difference) সৃষ্টি করা হয়েছিল।

৩৯নং চিত্র।

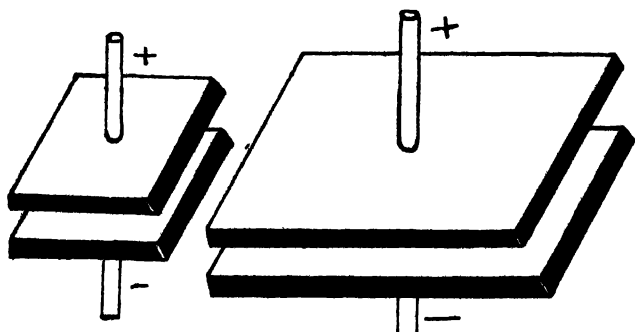
তারপর যখন পরিবাহী-পদার্থটির দ্বারা ঐ দুটি প্লেটকে যুক্ত করা হল তখন ঐ চার্জ প্রবাহিত হবার রাস্তা পেল এবং স্পার্কের সৃষ্টি করল।

কনডেন্সারের ক্ষমতা বা ক্যাপাসিটি (Capacity of condenser)—কনডেন্সারের ক্ষমতা বা ক্যাপাসিটি তিনটি জিনিষের উপর নির্ভর করে :—

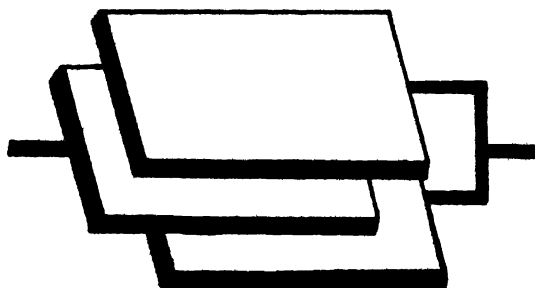
১। প্লেট দুটির ক্ষেত্রফল।

২। প্লেট দুটির মধ্যকার দূরত্ব - দূরত্ব যত কম হবে ক্যাপাসিটি বা ক্ষমতা তত বেশী হবে।

৩। প্লেট দুটির মধ্যকার অপরিবাহী-পদার্থ বা ডাই-ইলেকট্রিক্ কনষ্ট্যাণ্ট (Di-electric Constant)।

প্লেট দুটির ক্ষেত্রফল (Area of the plates)—৪০ ও ৪১নং চিত্রে দুটি কনডেন্সারকে তুলনামূলকভাবে দেখান হয়েছে।

৪০নং চিত্র। ৪১নং চিত্র।

৪০নং চিত্রের কনডেন্সারের প্লেট দুটির ক্ষেত্রফল ছোট এবং ৪১নং চিত্রের কনডেন্সারের ক্ষেত্রফল ৪০নং চিত্র অপেক্ষা বড়। এখন চিন্তা করতে হবে যে কোনটির ক্যাপাসিটি বা ক্ষমতা বেশী। নিশ্চয়ই বড় প্লেটযুক্ত কনডেন্সারের ক্ষমতা বেশী। কারণ, যেহেতু প্লেট দুটি বড় তাই তার ইলেকট্রন সঞ্চয় ক্ষমতাও বেশী। এখন কনডেন্সারের ক্ষমতা বৃদ্ধি করবার জন্য প্লেটের ক্ষেত্রফলই যে বৃদ্ধি করতে হবে তার কোন মানে নাই। প্লেটের

সংখ্যা বৃদ্ধি করেও কনডেন্সারের ক্ষমতা বৃদ্ধি করা যায়। ৪২নং চিত্রে একটি কনডেন্সারকে অঙ্কন করা হয়েছে যার প্লেটের দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ ৩ সেন্টিমিটার (3 cm)। এই চিত্রে দুটি প্লেটের পরিবর্তে তিনটি প্লেটকে অঙ্কন করা হয়েছে। দুটি প্লেট এক সঙ্গে সার্কিটের একদিকে এবং অপর প্লেটটি সার্কিটের অপরদিকে যুক্ত আছে। অতএব এই কনডেন্সারের কার্য্যকারী সার্ফেস হবে (৩×৩×৩) বা ২৭ sq c. m. একটি জিনিষ সকল

৪২নং চিত্র।

সময়ে মনে রাখতে হবে যে যদি বহু প্লেটযুক্ত কন্‌ডেন্সারের ক্যাপাসিটি নির্ণয় করতে হয় তবে প্লেটের সংখ্যা থেকে এক বিয়োগ করে একটি প্লেটের সমগ্র কার্য্যকারী সার্ফেসের (Surface) সহিত তা গুণ করতে হবে।

উদাহরণ :—যদি ৪২নং চিত্রে অঙ্কিত প্লেটের সংখ্যা ৩ না হয়ে ৮ হয় তবে তার সমগ্র কার্য্যকরী সার্‌ফেস্‌ (Surface) কত হবে ?

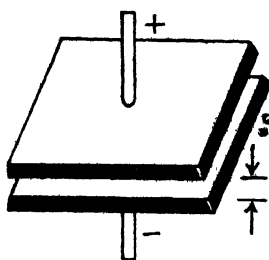
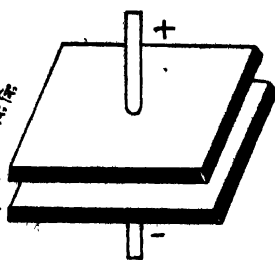
৪২নং চিত্রে অঙ্কিত প্লেটের ক্ষেত্রফল দেওয়া আছে ৩ সেঃ মিঃ। এক্ষেত্রে প্লেটের সংখ্যা দেওয়া আছে ৮।

সুতরাং কনডেন্সারের সমগ্র কার্য্যকারী স্যারফেস্

= ৩×৩ (৮ − ১) স্কয়ার সেঃ মিঃ

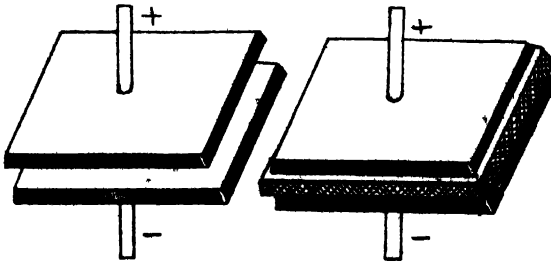
= ৩×৩×৭ স্কঃ সেঃ মিঃ

= ৬৩ স্কঃ সেঃ মিঃ

প্লেট দুটির মধ্যকার দূরত্ব (Space between the plates)—কনডেন্সারের প্লেট দুটির দূরত্বের উপরেও তার ক্যাপাসিটি বা ক্ষমতা নির্ভর করে। ৪৩ ও ৪৪নং চিত্রে দুটি কনডেন্সারকে অঙ্কন করা হয়েছে। উহাদের প্লেট দুটি একই কিন্তু মধ্যকার দূরত্ব এক নয়। দুটির ডাই-ইলেকট্রিকই বায়ু

৪৩নং চিত্র   ৪৪নং চিত্র

(Air)। ৪৩নং চিত্রে অঙ্কিত কনডেন্সারের মধ্যকার দূরত্ব ৩ মিলিমিটার (3 m.m.) এবং ৪৪নং চিত্রে অঙ্কিত কনডেন্সারের প্লেট দুটির দূরত্ব ৬ মিলিমিটার (6 m. m.)। ৪৩নং চিত্রের কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি ৪৪নং চিত্রের কনডেন্সারের দ্বিগুণ। কারণ, আমরা জানি প্লেট দুটির দূরত্ব যত বেশী হবে তার ক্ষমতা তত কম হবে। অর্থাৎ ডাই-ইলেকট্রিক যত মোটা বা পুরু হবে কনডেন্সারের ক্ষমতা তত

কম হবে। আর ডাই-ইলেকট্রিক্ যত পাতলা হবে কনডেন্সারের ক্ষমতা তত বেশী হবে। এ থেকে জানা গেল যে কনডেন্সারের ক্ষমতা বৃদ্ধি করতে হলে আমরা প্লেটের ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি করে বা তাদের মধ্যকার দুরত্ব কম করে তা করতে পারি।

ডাই-ইলেকট্রিক্ কনষ্ট্যান্ট (Di-electric Constant.)—কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি যে সকল জিনিষের উপর নির্ভর করে তাদের মধ্যে **ডাই-ইলেকট্রিক কনষ্ট্যান্ট** বিশেষ উল্লেখযোগ্য। ৪৫ ও ৪৬নং চিত্রে দুটি কনডেন্সারকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্রে অঙ্কিত কনডেন্সারের প্লেট দুটি একই ক্ষেত্রফল

৪৫নং চিত্র ৪৬নং চিত্র

বিশিষ্ট ও তাদের দুরত্ব এক, কিন্তু তবুও তাদের একটির ক্যাপাসিটি অপটি অপেক্ষা বেশী কারণ একটির ডাই-ইলেকট্রিক বায়ু ও অপরটির বেকেলাইট। নিয়ে যে বিভিন্ন পদার্থের ডাই-ইলেকট্রিক কনষ্ট্যান্ট (K) দেওয়া আছে তা থেকে দেখা যায় যে বেকেলাইটের ডাই-ইলেকট্রিক কনষ্ট্যান্ট বায়ু অপেক্ষা বেশী। কনডেন্সারের এই ডাই-ইলেকট্রিক্ কনষ্ট্যান্টকে 'K' চিহ্ন দ্বারা বুঝান হয়ে থাকে।

ডাই-ইলেকট্রিক কনষ্ট্যাণ্টের চার্ট দেওয়া হ'ল

পদার্থ (Substance)	কনষ্ট্যান্ট (Constant 'k'
বায়ু (Air)	১
বেকেলাইট (Bakelite)	৪ হইতে ৮'৫
লাল ফাইবার (Red Fiber)	৫ ,, ৮
ফিলিম্ ফয়েল (Film foil)	৬'৮
কাঁচ (Glass)	৭'৫ হইতে ৮
অভ্র (Mica)	৩ ,, ৭
মোমের কাগজ (Waxed Paper)	২ হইতে ৩'২
রেশম (Silk)	৪'৬
কাষ্ঠ (Wood)	২'৩ ,, ৩
ভার্নিস (Vernish)	৪'৫ ,, ৫'৫
রাবার (Rubber)	২'৩
পোরসিলেন্ (Porcelain)	৪ ,, ৫
তুলা (Cotton)	৩ ,, ৫
গ্যাটা পার্চ্যা (Gata Parcha)	৩ ,, ৫
শুদ্ধ জল (Distilled Water)	৮

কনডেন্সারের শ্রেণী বিভাগ (Classification of Condenser) কনডেন্সারকে বহু শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়। কিন্তু মূল বা প্রধান বিভাগ হচ্ছে দুটি :—

১। **ফিক্সড কনডেন্সার** (Fixed Condenser)

২। **ভেরিয়েবল কনডেন্সার** (Variable Condenser)

ফিক্সড কনডেন্সার (Fixed Condenser)— বাজারে বহু প্রকারের ফিক্স্ড কনডেন্সারের প্রচলন আছে। **যে কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি বা বাড়ান বা কমান যায় না তাকে ফিক্সড কনডেন্সার বলে।**

ডাইলেকট্রিকের প্রকৃতির উপর নির্ভর কোরে,—ফিক্সড কনডেন্সারকে আবার তিন ভাগে ভাগ করা যায়।

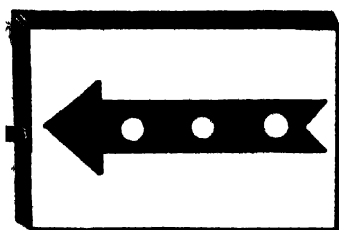
১। **মাইকা কনডেন্সার**—যার ডাইলেকট্রিক মাইকা।

২। **পেপার কনডেন্সার**—যার ডাইলেকট্রিক কাগজ।

৩। **অয়েল বা ইলেকট্রোলিটীক্ কনডেন্সার**—যার ডাইলেকট্রিক তৈল বা গ্যাস।

এদের ডিজাইন নির্ভর করে, কি প্রকারের কাজে এদেরকে ব্যবহার করা হবে তার উপরে—যথা লো-ভোল্টেজ, মিডিয়াম্ ভোল্টেজ এবং হাই ভোল্টেজ। প্রস্তুত প্রণালী অনুসারে এরা ইন্ডাক্টিভ (Inductive) অথবা নন্-ইন্ডাক্টিভ (Non-Inductive) হতে পারে।

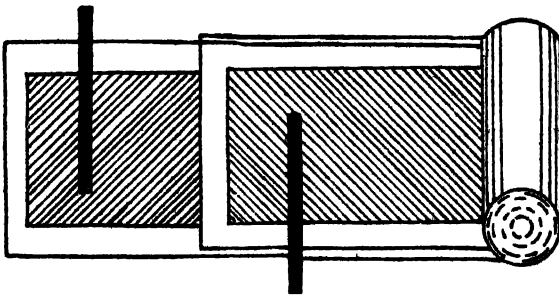
ডাইলেকট্রিক হিসাবে মাইকার ব্যবহার বা মাইকা ডাইলেকট্রিক কনডেন্সার (Mica as dielectric or Mica-dielectric condenser.) সাধারণতঃ বা সচরাচর যে সকল মাইকা (অভ্র) কনডেন্সার ব্যবহার করা হয় তাদের ক্যাপাসিটি ·০১ $\mu fd.$ (microfarad) এর নীচে। যেহেতু কনডেন্সার ওপেন (open) সার্কিটের সার্কিটের সৃষ্টি করে সেই কারণে তার প্লেট দুটী যাতে কোন রকমে শর্ট হয়ে না যায় বা ডাইলেকট্রিকের মধ্য দিয়ে তারা সংযুক্ত (Connected) হয়ে না যায় তার প্রতি বিশেষ লক্ষ্য রাখতে হয়। অভ্র সকল রকম ধাতব পদার্থ থেকে মুক্ত। তাই এই কনডেন্সার তৈয়ারী

করবার সময়ও দেখা যায় যে উহা ঐ রকম কোন অসুবিধার সৃষ্টি করে না। আর মাইকা কনডেন্সার প্রস্তুত করাও সহজ। সাধারণতঃ তামা (Copper), পিতল (Brass), এলুমিনিয়াম্ (Aluminium) অথবা টিন (Tin) এব পাতলা প্লেট ভাল মাইকা (অভ্র) দ্বারা পরস্পর থেকে পৃথক কবে এই কনডেন্সার প্রস্তুত করা হয়। প্রস্তুত করার পব বায়ুর আর্দ্রতা এবং উত্তাপ থেকে রক্ষা করাব জন্য বেকোলাইট (Bakelite)-এর

৪৭নং চিত্র।

আবরণ দেওয়া হয়। ৪৭নং চিত্রে একটি সাধারণ মাইকা কনডেন্সারকে অঙ্কন করা হয়েছে।

রেডিও গ্রাহক-যন্ত্রে মাইকা কনডেন্সার সাধারণতঃ 'কন্ট্রোল-গ্রিড, 'প্লেট-সার্কিট আর হাই-ফ্রিকোয়েন্সি ভোল্টেজ 'প্রভৃতিতে ব্যবহার করা হয়ে থাকে। রিসিভারে ব্যবহৃত কনডেন্সারের কার্য্যকরী (Workilig) ভোল্টেজ হচ্ছে প্রায় ৭৫০ 'ভোল্টস্'। ট্রান্সমিটারের কাজে স্পেশাল-মাইকা কনডেন্সার ব্যবহার করা হয়—যার কার্য্যকরী ভোল্টেজ প্রায় ১০০০ থেকে ৫০০০ ভোল্টেজ পর্য্যন্ত হয়ে থাকে।

মাইকা কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি অনেক সময় তার গায়ে লেখা থাকে। আর যদি তা না থাকে তবে বিভিন্ন রং-এর ডট্ (Dot) গায়ে অঙ্কন করা থাকে। এ সম্বন্ধে প্রথম খণ্ডে বিস্তৃত আলোচনা দেওয়া আছে।

সাধারণ কনডেন্সারে প্রায় ১০% টলারেন্স থাকে। উদাহরণ স্বরূপ ধরা যাক কোন কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি ·০০৫ μfd। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে তার ক্যাপাসিটি হয় প্রায় ০০৪৫ থেকে ·০০৫৫ μfd এর মধ্যে। কোন কোন সার্কিটে অত্যন্ত

৪৮নং চিত্র

সূক্ষ্ম ক্ষমতা বিশিষ্ট কনডেন্সারের প্রয়োজন হয়, যেমন সুপার-হেটেরোডাইন রিসিভারে ব্যবহৃত লোক্যাল-ফ্রিকোয়েন্সি-মডিফাইং কনডেন্সার। এই সব কাজের জন্য ভাল বা খুব কম টলারেন্স বিশিষ্ট কনডেন্সার ব্যবহার করতে হয়।

ডাইলেকট্রিক হিসাবে কাগজের ব্যবহার (Use of paper as dielectric)—আকারে ছোট এবং দামও কম বলে এই কনডেন্সারের প্রচলন বাজারে খুব বেশী। ৪৮নং চিত্রে একটি পেপার-কনডেন্সারের প্রস্তুত প্রণালী দেখান হয়েছে।

খুব পাতলা দুটি টিন কিম্বা এলুমিনিয়াম্ (Aluminium)-এর প্লেটকে কাগজ দ্বারা পৃথক করা হয়েছে। ঐ প্লেট দুটির সঙ্গে দুটি খুব পাতলা তার যুক্ত করা আছে। এই ভাবে অনেকটা প্লেট গোল করে গুটান হয়। পরে তার মধ্যকার বায়ু সব নিঃশেষ করে দিয়ে মোম দ্বারা সমস্ত পথ বন্ধ করে দেওয়া হয় যাতে বায়ু আর প্রবেশ করতে না পারে।

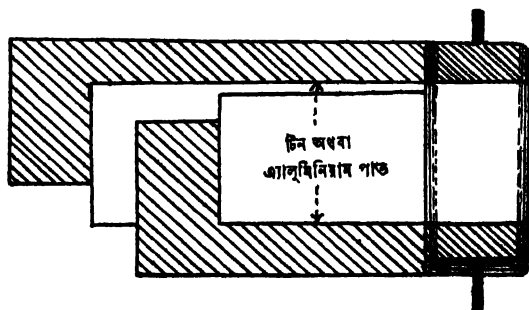
পেপার-কনডেন্সার আবার দুই প্রকারের হয়ে থাকে ঃ—

১। ইন্ডাকটিভ্ টাইপ।

২। নন্ ইন্ডাকটিভ্ টাইপ।

ইনডাকটিভ্ টাইপ কনডেন্সার (Condenser of Inductive Type)—এই প্রকারের কনডেন্সারে যে পাতলা ফয়েল (foil) ব্যবহার করা হয় তা কাগজ অপেক্ষা পাতলা (৪৮নং চিত্র লক্ষ্য করলে তা বুঝা যাবে)। এই পাতলা ফয়েলের সঙ্গে যে সরু তার আছে তা ঐ প্লেটের কেবল মাত্র এক দিকেই যুক্ত আছে। অনেক কনডেন্সারে এই প্লেট, কনডেন্সারের ক্ষমতা অনুসারে প্রায় ৫০ ফুটও হয়ে থাকে। ঐ প্লেট ও কাগজ এক সঙ্গে গোল করে গুটান আছে। অতএব কারেণ্টকে সমগ্র প্লেটে সঞ্চিত হতে হলে সরু তারের মধ্য দিয়ে ফয়েলে প্রবেশ করে বহু পাক (turns) ঘুরতে হবে। ঘূর্ণায়মান (eddy) কারেন্টের জন্য ইন্ডাকটিভ্ টাইপ কনডেন্সার, নন-ইনডাকটিভ্ টাইপ কন্ডেন্সার অপেক্ষা অধিক উত্তপ্ত হয়ে থাকে, যার ফলে তার ডাইলেকট্রিকের ক্ষমতাকে খর্ব্ব করে আবার অনেক সময় কনডেন্সারকে নষ্ট করে। রেডিওর ব্যবহারে ইনডাকটিভ টাইপ কনডেন্সারকে রেডিও

ফ্রিকোয়েন্সি সার্কিটে ব্যবহার করা উচিত নয়। কারণ, কারেন্ট যখন প্লেটের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয় তখন ঠিক একটি কয়েলের ন্যায় ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সৃষ্টি করে।

নন-ইনডাকটিভ টাইপ কনডেন্সার (Condenser of Non-Inductive type) এই প্রকারের কনডেন্সারে ব্যবহৃত পাতলা ফয়েল এবং কাগজ একই মাপের হয়ে থাকে। ৪৯নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে পাতলা ফয়েল কনডেন্সারের

৪৯নং চিত্র

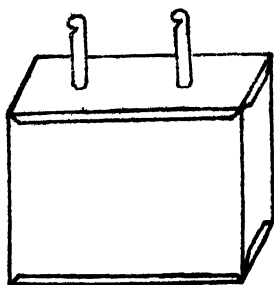
দুই দিকেই একটু একটু করে বাহিরে আছে। এতে সুবিধা এই যে, যে পাতলা তার এই কনডেন্সারের দুই প্রান্তে যুক্ত থাকবে তা সমস্ত প্লেটকেই এক সঙ্গে যুক্ত করবে। ফলে কারেন্ট প্রবাহকে ইনডাকটিভ কনডেন্সারের ন্যায় প্লেটের এক প্রান্ত থেকে ঘুরতে ঘুরতে অপর প্রান্তে যেতে হবে না—একই সঙ্গে কনডেন্সারের সকল পয়েন্টেই পৌঁছাবে। সেই জন্য এই প্রকারের কনডেন্সারে কোন ইনডাকটেন্স থাকবে না আর এর রেজিষ্ট্যান্সও প্রায় জিরোতে চলে আসবে।

একটি ভাল নন্-ইনডাকটিভ টাইপ কনডেন্সারের কাজ করবার ক্ষমতা প্রায় ১০,০০০ ঘণ্টা যদি উহা বেশী ভোল্টেজ বা উচ্চ তাপে (High temperature) ব্যবহার করা না হয়।

ডাইলেকট্রিক হিসাবে গ্যাসের ব্যবহার (Use of gas as Dielectric) ইলেকট্রোলিটিক্ কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি সাধারণতঃ নির্ভর করে প্লেটের ক্ষেত্রফলের উপর—গ্যাসলেয়ারের পুরুত্বের (thickness) উপর—আর প্লেটের মধ্যকার ইন্সুলেশনের উপর। এখন গ্যাসলেয়ারের পুরুত্ব বুঝতে হলে এই কনডেন্সার প্রস্তুত করবার সময় কত ভোল্টেজ এর উপর দেওয়া হয়েছিল তা জানতে হবে। ভোল্টেজ যত বেশী দেওয়া হবে গ্যাস ফিলিম্ তত বেশী হবে। কিন্তু একটা জিনিষ সকল সময় মনে রাখতে হবে যে প্লেট দুটি প্রস্তুত করবার সময় যে ভোল্টেজ তার উপর দেওয়া হয়েছিল, তাকে কাজ করাবার সময় তার চেয়ে কম ভোল্টেজ দিতে হবে।

ইলেকট্রোলিটিক কনডেন্সার (Electrolytic Condenser):—যদিও এই কনডেন্সারের কাজ করার পদ্ধতি বহু বৎসর পূর্ব্বেই জানা গেছে তথাপি বর্ত্তমানেই এই প্রকার কনডেন্সারের উন্নতি হয়েছে একথা বলা চলে। বহু বৎসর ধরেই বেতার-যন্ত্রের ফিল্টার সার্কিটে এই কনডেন্সারের ব্যবহার প্রচলিত আছে, কিন্তু অনেকগুলি কারণের জন্য এই কনডেন্সারের জনপ্রিয়তা দিন দিন বৃদ্ধি পাচ্ছে। এই সকল কারণের ভিতর দামের অল্পতা এবং আকারে ছোট হওয়ার কারণই প্রধান। পূর্ব্বে ফিল্টারের কাজে পেপার কনডেন্সার ব্যবহার করা হত। কিন্তু ৫০ ও ৫১নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে দুইটির ভিতর পার্থক্য কি। ৫০নং চিত্রে অঙ্কিত কনডেন্সারটি পেপার টাইপ আর ৫১নং চিত্রটি ড্রাই-ইলেকট্রো-

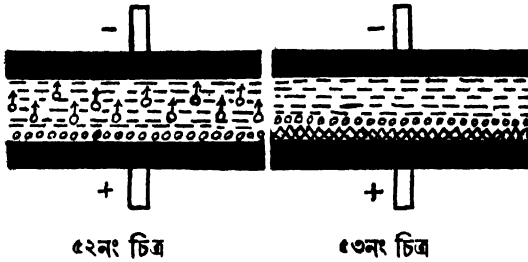
লিটিক্ টাইপ। দুইটির ক্যাপাসিটিই ৮ *μfd* আর ডি/সি ভোল্টেজ রেটিং হচ্ছে ৪৫০ ভোল্ট। কিন্তু আকারে ড্রাই-ইলেকট্রোলিটিক্ টাইপ কনডেন্সারটিই ছোট।

ইলেকট্রোলিটিক কনডেন্সারের থিয়োরী (Theory of Electrolytic Condenser) ইলেক্‌ট্রোলিটিক কনডেন্সারের থিয়োরীকে বুঝাবার জন্য ৫২ ও ৫৩নং চিত্র অঙ্কন করা হয়েছে। দুটি এলুমিনিয়ামের প্লেটকে বোর্য্যাক্স্ (Borax) নামক এক

৫০নং চিত্র
পেপার টাইপ কনডেন্সার

৫১নং চিত্র
ড্রাই-ইলেকট্রোলিটিক কনডেন্সার

প্রকার পদার্থের মধ্যে রাখা হয়। তারপর ঐ প্লেটের দুই দিক ডি-সি সার্কিটের সঙ্গে যুক্ত করে দেওয়া হয়। যখন সার্কিট খোলা (Open) থাকবে তখন কারেন্ট এলুমিনিয়াম্ প্লেট থেকে ইলেকট্রোলিটের মধ্য দিয়ে অপর প্লেটে প্রবাহিত হবে। এইরূপে ইলেকট্রোলিটের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হবার সময় কারেন্ট কেমিক্যাল রিয়াকসন্ (Chemical Reaction) এর সৃষ্টি করবে। ফলে কিছুক্ষণের মধ্যে এলুমিনিয়ামের গায়ে

পাতলা অক্সাইডের (Oxide) কোটিং (Coating) এর সৃষ্টি হবে আর সঙ্গে সঙ্গে অক্সিজেনও বায়বীয় আকারে এর সঙ্গে মিশে যাবে। এখন এই কঠিন অক্সাইড আর বায়বীয় অক্সিজেন ইনস্যুলেটরের সৃষ্টি কোরে মিলিত ভাবে কারেণ্টের প্রবাহকে বাধা দেবে—৫৩নং চিত্রে তা দেখান হয়েছে। আমাদের জানা আছে দুটি ধাতব পদার্থ বা ধাতব প্লেট পরস্পর অপরিবাহী পদার্থ দিয়ে পৃথক করা থাকলেই তা কনডেন্সার হয়ে ওঠে। তাই এক্ষেত্রেও সেই প্রকারের কাজ করবে।

৫২নং চিত্র

ইলেকট্রন এক প্লেট থেকে অপর প্লেটে প্রবাহিত হচ্ছে।

৫৩নং চিত্র

কেমিক্যাল রিয়াকসনের ফলে প্লেটের গায়ে অক্সাইড কোটিং-এর সৃষ্টি হয়েছে

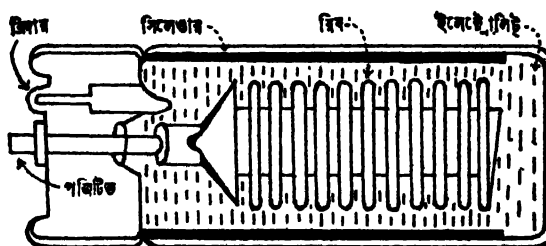
ইলেকট্রোলিটিক কনডেন্সার কখনও এ-সি সার্কিটে ব্যবহৃত হয় না। কারণ, পোলারিটি (polarity) বিপরীত হয়ে গেলে ইলেকট্রোলিটের মধ্য দিয়ে কারেণ্ট প্রবল ভাবে প্রবাহিত হবে এবং কনডেন্সারটি একটি ছোট খাট রেকটিফায়ারের কাজ করে। আর তাতে অপরিবাহী পদার্থের ফিলিম্ এবং ইলেক্ট্রোলিট্ দুটিই ক্ষতিগ্রস্ত হবে। এক্ষেত্রে একটি জিনিষ সকল সময় মনে রাখতে হবে যে ইলেকট্রোলিটিক কনডেন্সারের পজিটিভ দিকটি সর্ব্বদাই সার্কিটের পজিটিভ দিকে যুক্ত করতে হবে। এই প্রকারের কনডেন্সারকে পালসেটিং

ডি-সি সার্কিটে যা এ-সি রিসিভারের পাওয়ার সাপ্লাইএর রেক্‌টিফায়ার থেকে পাওয়া যায় তাতে ব্যবহার করা চলে।

ইলেকট্রোলিটিক্ কনডেন্সার দুই প্রকারর হয়ে থাকে :—

১। ওয়েট ইলেক্‌ট্রোলিটিক কনডেন্সার

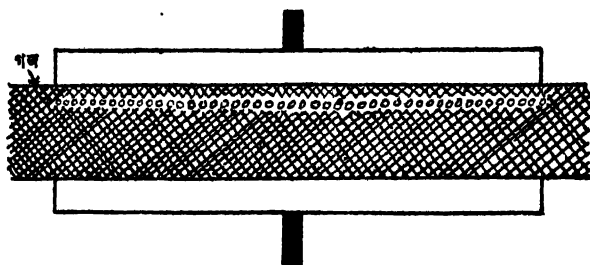
২। ড্রাই ইলেক্‌ট্রোলিটিক্ কনডেন্সার

ওয়েট-ইলেকট্রোলিটিক কনডেন্সার (Wet electrolytic Condenser) ৫৪নং চিত্রে একটি ওয়েট-ইলেকট্রোলিটিক কনডেন্সারের প্রস্তুত প্রণালীকে সহজ আকারে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাওয়া যাবে যে পজিটিভ এলিমেণ্ট

৫৪নং চিত্র—ওয়েট-ইলেকট্রোলিটিক্ কনডেন্সারের অভ্যন্তরের গঠন-প্রণালী

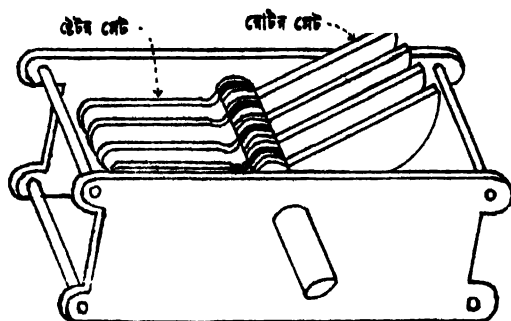
(element) সিলিণ্ডারের মধ্যে স্থাপিত আছে। এই সিলিণ্ডার দুটি তামার অথবা এলুমিনিয়ামের হতে পারে। এই সিলিণ্ডারই নেগেটিভ অথবা ক্যাথোড্‌এর কাজ করে। এনোড্ (anode) বা পজিটিভ এলিমেণ্টটি খাঁটি এলুমিনিয়ামের হয়ে থাকে। পজিটিভ এলিমেণ্টের গায়ে যে রিবগুলি (ribs) আছে তাদের ব্যবহার করা হয় কম জায়গায় অধিক ক্যাপাসিটি বা ক্ষমতা পাওয়ার জন্য। এনোডটি একটি শক্ত-রবারের টুপির

সঙ্গে যুক্ত আছে এবং সার্কিটের সঙ্গে সংযুক্ত করার জন্য তাতে স্ক্রুও লাগান আছে। কনডেন্সারটি যখন চেসিসের সঙ্গে লাগান হয় তখন সিলিণ্ডারগুলি নেগেটিভ দিকে যুক্ত থাকে। তাপের চাপে ইলেকট্রোলিটের আয়তনকে বৃদ্ধি পাবার অথবা কারেণ্ট প্রবাহের ফলে সৃষ্ট বায়ুর নির্গমের জন্য একটি ছিদ্র থাকা প্রয়োজন। এইজন্য রবার ক্যাপে (Ventnipple) বা (Breather) নামে একটি ছোট ছিদ্র আছে। ছিদ্র ছোট বলে সাধারণ অবস্থায় ববার ভরাট থাকে। কিন্তু ভিতবে অধিক চাপের সৃষ্টি হলেই তা পুনরায় খুলে যায়। এনোড সিলিণ্ডারের সঙ্গে যুক্ত হয়ে যাতে সর্ট সার্কিটের সৃষ্টি করতে না পারে তার জন্য অনেক সময় সিলিণ্ডাবের মধ্যে পাতলা ছিদ্র বিশিষ্ট সেলুলয়েড্ ব্যবহার করা হয়ে থাকে

ড্রাই-ইলেকট্রোলিটিক কনডেন্সার (Dry-Electrolytic Conden-er) ছোট জায়গার মধ্যে উচ্চ ক্ষমতা বিশিষ্ট ইলেক-ট্রোলিটিক কনডেন্সার 'Dry-From' এ প্রস্তুত করা হয়। এই কনডেন্সারের নাম 'ড্রাই" হলেও প্রকৃত পক্ষে উহা ড্রাই নয়। কারণ, ড্রাই হলে কাজ করতে পারত না। এখানে 'ড্রাই'এর অর্থ এই যে তার ইলেকট্রোলিটকে এইরূপ ভাবে প্রস্তুত করা হয়েছে যে কোন প্রকাবেই তা বাহিবে আসতে পারে না। এখানে টর্চের ব্যবহৃত ড্রাই-ব্যাটারীর কথা উল্লেখ করলে অপ্রাসঙ্গিক হবে না। ৫৫নং চিত্রে একটি ড্রাই-ইলেকট্রোলিটিক কনডেন্সারকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্রের পজিটিভ প্লেটটি খাঁটি এলুমিনিয়াম্ দ্বারা গঠিত। উহার উপরেই অক্সাইডের ফিলিম্ প্রস্তুত করা হয়। পজিটিভ প্লেটের বিপরীত দিকে অপর একটি প্লেট আছে। এই দুটি প্লেটের মধ্যকার জায়গা এক ফালি 'abrarbent gauze' এক দ্বারা পূর্ণ এবং গজটি ইলেকট্রোলিটে উত্তমরূপে ভিজান আছে।

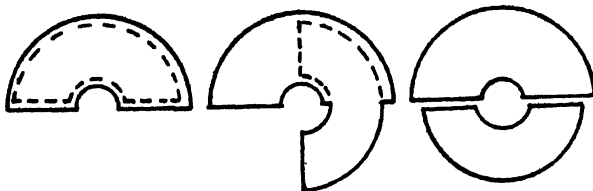
ড্রাই-ইলেকট্রোলিটিক কনডেন্সারের গায়ে পোলারিটি, কার্য্যকারী, সাধারণ এবং ম্যাক্সিমাম্ ভোল্টেজ লেখা থাকে। আধুনিক গ্রাহক-যন্ত্রে এই প্রকারের কনডেন্সারের প্রচলন অধিক। কোন পুরাতন সেটে যদি ওয়েট-ইলেকট্রোলিটিক কনডেন্সার খারাপ অবস্থায় দেখা যায় তবে তার স্থানে ড্রাই-ইলেকট্রোলিটিক ব্যবহার করাই যুক্তিসঙ্গত। এই ড্রাই-কনডেন্সারকে চেসিসের যে কোন স্থানে স্থাপন করা যায়। ড্রাই-ইলেকট্রোলিটিক কনডেন্সার বহু প্রকার ক্যাপাসিটির হয়ে থাকে। যথা,—৪, ৬, ৮, ১০, ১২, ১৬, এবং ২০ μfd প্রভৃতি।

৫৫নং চিত্র—ড্রাই-ইলেকট্রোলিটিক কনডেন্সার।

সাধারণতঃ পাওয়ার সাপ্লাই-এর ফিল্টার সার্কিটে যে কনডেন্সার ব্যবহার করা হয় তা ৪৫০ থেকে ৫২৫ ভোল্ট পর্য্যন্ত হয়ে থাকে। আর পাওয়ার টিউবের ক্যাথোড সার্কিটে যা ব্যবহার করা হয় তা ২৫ থেকে ১০০ ভোল্টের হয়ে থাকে ফিল্টার সার্কিটের জন্য ৮ ও ১৬ μfd ক্যাপাসিটির এবং পাওয়ার টিউবের জন্য ১০ অথবা ১২ μfd ক্যাপাসিটির কনডেন্সারই সাধারণ ভাবে ব্যবহার করা হয়। তবে অনেক সময় দেখা গেছে যে ২৫ μfd ২৫ ভোল্টযুক্ত কনডেন্সারই ঐ স্থানে ক্যাথোড-ব্যায়াস হিসাবে ব্যবহার করা হয়।

ডাইলেকট্রিক হিসাবে বায়ুর ব্যবহার (Air as Dielectric) কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি নির্ণয়ের কাজে বায়ুকে মূল (Basic) ডাইলেকট্রিক হিসাবে ধরা হয়। যদি একই প্লেট বিশিষ্ট কনডেন্সার প্রথমে বায়ু ও পরে অন্য যে কোন পদার্থ যথা—মাইকা, কাগজ, গ্যাস বা তৈল ব্যবহার করা যায় তবে দেখা যাবে যে তাদের ক্যাপাসিটির মধ্যে অনেক পার্থক্য রয়ে গেছে (৪৫ নং চিত্র তার উদাররণ)। ধরা যাক যদি কোন কনডেন্সারের ক্যাপাসিটিক এক মাইক্রোফ্যারাড্ হয়, যার ডাইলেকট্রিক বায়ু, আর যদি অন্য একটি কনডেন্সারের

৫৬নং চিত্র—একটি সাধারণ ভেরিয়েবল কনডেন্সার।

ডাইলেকট্রিক অভ্র বা মাইকা হয় তবে মাইকা কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি এয়ার কনডেন্সারের তিন গুণ হবে। কারণ মাইকার ডাইলেকট্রিক কনষ্ট্যান্ট হচ্ছে তিন। বায়ুকে ডাইলেকট্রিক হিসাবে সাধারণতঃ ভেরিয়েবল কনডেন্সারেই ব্যবহার করা হয়।

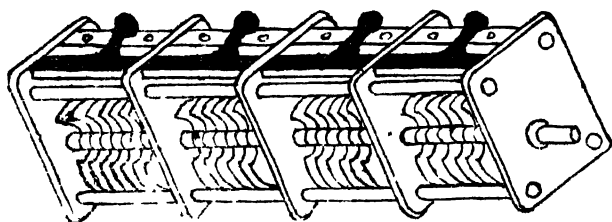
ভেরিয়েবল কনডেন্সার (Variable Condenser) সাধারণ ভাবে বেতারের গ্রাহক ও প্রেরক যন্ত্রের

সার্কিটে যে কনডেন্সার ব্যবহার করা হয় তাকেই ভেরিয়েবল কনডেন্সার বলে। ৫৬নং চিত্রে একটি সাধারণ ভেরিয়েবল কনডেন্সারকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এই কনডেন্সারের নামকরণের ভিতরই উহার পরিচয় পাওয়া যায়। "ভেরিয়েবল" —অর্থাৎ যাকে "ভ্যারি বা ইচ্ছামত কমান-বাড়ান যায়।" অতএব ভেরিয়েবল কনডেন্সার-এর সম্পূর্ণ অর্থ হচ্ছে যে এই কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি বা ক্ষমতাকে ইচ্ছামত কমান-বাড়ান যায়। এইরূপ একটি সাধারণ কনডেন্সারে কতকগুলি সমান্তরাল প্লেট দুই ভাগে ভাগ করা থাকে। একভাগ স্থির

৫৭নং চিত্র ম্যাকসিমাম ক্যাপাসিটি — ৫৮নং চিত্র আংশিক ক্যাপাসিটি — ৫৯নং চিত্র মিনিমাম ক্যাপাসিটি

(Stationary) থাকে, দ্বিতীয় ভাগ একটি স্যাফট্ (Shaft) এর সহিত যুক্ত থাকে যাতে তাকে সহজেই ঘুরান যায়। এই স্থির প্লেটগুলিকে **ষ্টেটর** (Stator) আর ঘুরান বা মুভেবল প্লেটগুলিকে **রোটর** (Rotor) বলে। এই দুই ভাগ প্লেটের ডাইলেকট্রিক হচ্ছে বায়ু। তাই এর নাম **ভেরিয়েবল এয়ার কনডেন্সারও** বলা হয়। এই কনডেন্সারের প্লেটগুলি সাধারণতঃ পিতল, এলুমিনিয়াম্ অথবা তামার হয়ে থাকে।

৫৭, ৫৮ ও ৫৯নং চিত্রে তিনটি কনডেন্সারকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে তাদের

প্রত্যেকের প্লেট বিভিন্ন জায়গায় আছে। ৫৭নং চিত্রে কনডেন্সারের প্লেটগুলি (রোটর, ষ্টেটর) একসঙ্গে মিশে গেছে। এই অবস্থাকে বলা হয় কনডেন্সারের ম্যাকসিমাম ক্যাপাসিটি। আবার ৫৮নং চিত্রের অবস্থাকে বলা হয় আংশিক ক্যাপাসিটি আর ৫৯নং চিত্রে অঙ্কিত অবস্থাকে বলা হয় মিনিমাম্ ক্যাপাসিটি।

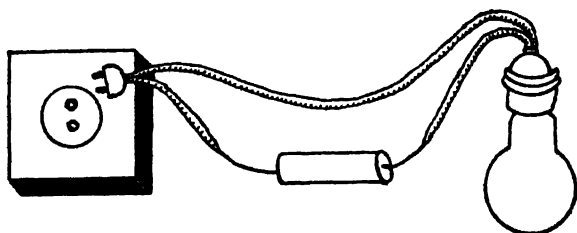
৫৬নং চিত্রে যে কনডেন্সারটি অঙ্কন করা হয়েছে তা সাধারণতঃ বেতার গ্রাহক-যন্ত্রে ব্যবহৃত হয়ে থাকে। কিন্তু প্রেরক যন্ত্রে ব্যবহৃত কনডেন্সারের প্লেটের মধ্যকার দূরত্ব বেশী

৬০নং চিত্র—চার গ্যাং ভেরিয়েবল কনডেন্সার।

হয়ে থাকে। কারণ প্রেরক যন্ত্রে ব্যবহৃত ভোল্টেজের পরিমাণ অতি উচ্চ। এ থেকে বুঝা যায় যে **ভোল্টেজ যত বেশী হবে—প্লেটের দূরত্বও তত বেশী হবে।** প্লেটের মধ্যকার দূরত্ব বৃদ্ধি করলেই তার আকারও বৃদ্ধি করতে হবে। তাই অনেক সময় কোন কোন প্রেরক যন্ত্রে ব্যবহৃত কনডেন্সার সম্পূর্ণ একটি ঘর অধিকার করে। বেতার গ্রাহক-যন্ত্রের জন্য ছোট ছোট আকারের কনডেন্সার প্রস্তুত করা হয়ে থাকে। আবার ছোট ছোট দুই বা তিনটি কনডেন্সার একত্রেও প্রস্তুত হয়ে থাকে। এই কনডেন্সারগুলিকে দুই গ্যাং (2-gang) অথবা তিন গ্যাং (3-gang) কনডেন্সার বলা হয়। ৬০নং চিত্রে একটি

চার-গ্যাং (4-gang) কনডেন্সারকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে মাত্র একটি শ্যাফট্ (shaft) এর দ্বারাই ৪টি কনডেন্সারের রোটর প্লেটকে কাজ করান হচ্ছে।

ভেরিয়েবল কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি বহু প্রকারের হয়ে থাকে। তাদের মধ্যে '০০০৩৫ *μfd*, '০০০৩ *μfd* ও '০০০৫ *μfd* এর প্রচলনই অধিক। এই যে ক্যাপাসিটি, এটি হচ্ছে কনডেন্সারের ম্যাকসিমাম্ ক্যাপাসিটি। এই কনডেন্সারের মিনিমাম্ (Minimum) ক্যাপাসিটি হচ্ছে ম্যাক্সিমাম্-এর ১০% (শতকরা ১০ ভাগ) অর্থাৎ এই কনডেন্সারটি '০০০৩৫ বা (৩৫০ *μμfd*) থেকে ৩৫ *μμfd* পর্য্যন্ত ভ্যারি করতে পারে। ভেরিয়েবল কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি তার গায়ে লেখা থাকে। ক্যাপাসিটি নির্ণয় করবার আর একটি উপায় হচ্ছে তার মুভেবল্ ও ফিক্সড্ (Movable & Fixed) উভয় প্লেট-গুলিকে একত্রে গণনা করা। নিম্নে একটী তালিকা দেওয়া হল :—

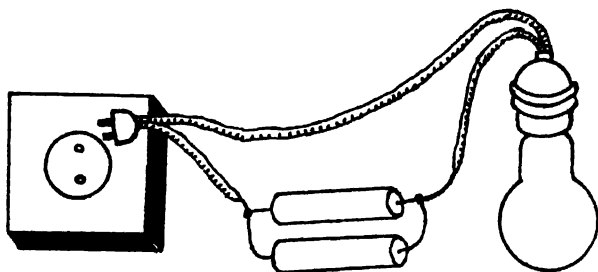
প্লেটের মোট সংখ্যা	মাইক্রো ফ্যারাড হিসাবে ক্যাপাসিটি
৭	'০০০১৫
১১	'০০০২৫
১৩	'০০০২৫
১৭	'০০০৩৫
১৯	'০০০৩৫
২১	'০০০৩৬৫
২৩	'০০০৫
৪৩	'০০১

কনডেন্সারের মধ্য দিয়ে কারেন্টের প্রবাহ (Flow of current through a condenser) আমাদের জানা আছে যে কনডেন্সারের ডাইলেকট্রিক হচ্ছে ইনসুলেটর বা অপরিবাহী পদার্থ। তাই কনডেন্সার হচ্ছে ওপন সার্কিট, সেইজন্য কারেন্ট তার মধ্যদিয়া প্রবাহিত হবার পথ পায় না। কিন্তু কেবলমাত্র ডাইরেক্ট কারেন্টের বেলাতেই কথা বলা যায়। এ-সি কারেন্ট-এর কাজ আলাদা। এ-সি কারেন্ট দিক পরিবর্ত্তন করে। তাই সার্কিটের মধ্যদিয়ে এই কারেন্ট একবার একদিকে এবং তারপর তার বিপরীত দিকে প্রবাহিত হয়। অর্থাৎ যে দিক

৬১নং চিত্র—এ-সি সার্কিটে আলোর সঙ্গে কণ্ডেন্সার লাগান হয়েছে।

একবার নেগেটিভ হয় সেই দিকই পর মুহূর্ত্তে পজিটিভ হয়। এই ভাবে দেখা যায় যে এ-সি কারেন্ট কনডেন্সারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়। অবশ্য এখানে কারেন্ট কনডেন্সারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয় বললে ভুল হবে। কারণ প্রকৃত পক্ষে কারেন্ট কনডেন্সারের মধ্য দিয়ে প্রবাহের পথ পায় না, কিন্তু ঐ কারেন্টের দিক পরিবর্ত্তনের ধর্ম্ম থাকায় বাহির পথে তা সার্কিট সম্পূর্ণ করে।

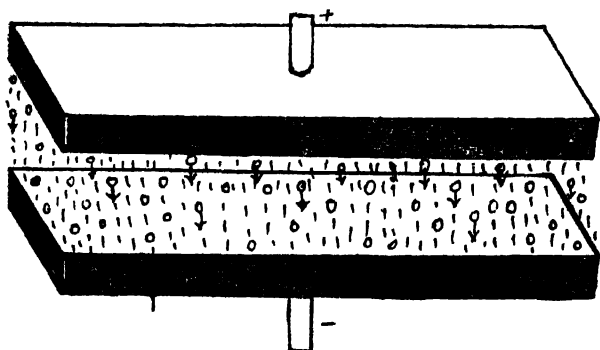
৬১নং চিত্রে একটী কনডেন্সারকে একটী আলোর সঙ্গে সিরিজে যুক্ত করে দেখান হয়েছে—যখন এই সার্কিটের মধ্য

দিয়ে এ-সি কারেণ্ট প্রবাহিত হবে তখন আলোটা জ্বলবে। আবার যদি ঐ কনডেন্সারের সঙ্গে আর একটা কনডেন্সার প্যারালাল করে লাগান যায় তবে দেখা যাবে যে আলোটি আরও জোরে জ্বলবে। ৬২নং চিত্রে তা দেখান হয়েছে।

এইরূপে আর একটি কনডেন্সার যুক্ত করলে আলো আরো জোরে জ্বলবে। এ থেকে বুঝা যায় যে **যখন কনডেন্সার এ-সি কারেণ্টকে প্রবাহিত হবার পথ দিচ্ছে বলে মনে হচ্ছে—**

৬২নং চিত্র—তুটি কনডেন্সার প্যারাল্যালে যুক্ত করা হয়েছে।

ঠিক ভাবে দেখতে গেলে তখন কিন্তু সে কারেণ্টকে বাধাই দিচ্ছে। কারেণ্ট আলোর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়ে কনডেন্সারের প্লেটে আসছে। সেখানে সঞ্চিত হচ্ছে—আবার প্লেট থেকে ডিসচার্জ্জড (Discharged) হয়ে পুনরায় আলোর মধ্য দিয়ে অন্য প্লেটে যাচ্ছে। এইরূপে অনবরতই কারেণ্ট দিক পরিবর্ত্তন করছে—আর আলোও জ্বালাচ্ছে।

কনডেন্সারের ক্ষয় (Looses in condensers)—একটি পারফেক্ট (perfect) বা ক্ষয়হীন কনডেন্সারে কোন শক্তি (energy) ক্ষয় হয় না কারণ চার্জ্জ দিবার সময় যে শক্তি বা

এনার্জি উহা সঞ্চয় করে ডিসচার্জের সময় ঠিক সেই শক্তিই সে ফিরিয়ে দেয়। কিন্তু এমন কোন কনডেন্সার প্রস্তুত করা যায় না যাতে কিছু-না-কিছু শক্তি ক্ষয় হয় না। এ সম্বন্ধে চিন্তা করতে গেলে প্রথমেই দেখতে হবে ডাইলেক্‌ট্রিকের লিকেজ (leakage) ডাইলেক্‌ট্রিকের মধ্য দিয়ে যখন ইলেক্‌ট্রনস্‌ এক প্লেট থেকে অপর প্লেটে যায় তখন এই লিকেজ দেখা দেয়।

৬৩নং চিত্র—ডাইলেক্‌ট্রিকের লিকেজ।

৬৩ নং চিত্রে উদাহরণ দেওয়া হয়েছে। ডাইলেক্‌ট্রিকের মধ্য দিয়ে লীকেজ সাধারণতঃ নির্ভর করে তিনটী জিনিষের উপর।

১। ডাইলেকট্রিকের প্রকৃতির উপর।

২। কত ভোল্ট দেওয়া হয়েছে তার উপর।

৩। কারেণ্টের ফ্রিকোয়েন্সির উপর—(যদি এ-সি হয়)

একটী কনডেন্সারকে চার্জ করে কিছুক্ষণ খোলা অবস্থায় রেখে দিয়ে তারপর যদি ডিসচার্জ করতে যাওয়া হয় তবে দেখা

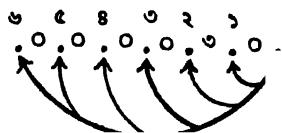
যাবে যে চার্জ সম্পূর্ণ অদৃশ্য হয়েছে। এ থেকে বুঝা যায় যে নিশ্চয়ই ঐ কনডেন্সারে লীকেজ আছে। কনডেন্সারের শক্তি ক্ষয় হবার আরও একটি পথ আছে। তা হচ্ছে ডাইলেক্‌ট্রিকের শোষণ ক্ষমতা। কনডেন্সারের এই কাজটি হাই-ফ্রিকোয়েন্সি এ-সি কারেন্টে অত্যন্ত বিপদজনক। কনডেন্সারের এই শোষণ ক্ষমতা পরীক্ষা করার উপায় অত্যন্ত সহজ। একটি হাই-ক্যাপাসিটির কনডেন্সারকে, ধরা যাক '১ μfdকে প্রথমে চার্জ করে পরে আবার ডিসচার্জ করা হল। কিন্তু কিছুক্ষণ পর যদি ঐ কনডেন্সারকে পুনরায় ডিসচার্জ করা যায় তবে দেখা যাবে যে আবার স্পার্কের সৃষ্টি হবে। যদিও এবার স্পার্কটির ক্ষমতা কম। এ থেকে বুঝা যায় যে প্রথম ডিসচার্জ করার পরও কিছু চার্জ কনডেন্সারের মধ্যে বর্ত্তমান রয়ে গিয়েছিল।

এই জন্য প্রত্যেক কাজে উপযুক্ত কনডেন্সার ব্যবহার করতে হয়। যদি হাই-ফ্রিকোয়েন্সি সার্কিটে পেপার কনডেন্সার ব্যবহার করা হয়, তবে তার ক্ষয় এত বেশী হবে যে মনোমত কাজই দেবে না। এই সব কাজের জন্য মাইকা কনডেন্সার ব্যবহার করাই যুক্তি সঙ্গত।

কনডেন্সারের কলার কোড (Colour Code)—রেজিষ্ট্যান্সের ন্যায় কনডেন্সারেরও কলার কোড আছে। মাইকা কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি যদি কনডেন্সারের গায়ে না লেখা থাকে তবে কলার কোড দেখে তার ক্যাপাসিটি নির্ণয় করা যায়। এই কলার কোড সম্বন্ধে প্রথম খণ্ডে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে। তাই এখানে আর তার পুনরুল্লেখ করব না।

কনডেন্সার পরিমাপের একক ফ্যারাড (Farad as the unit of condenser measurement)—রেডিও বিজ্ঞানের ইতিহাসে মাইকেল ফ্যারাডের নাম স্বর্ণাক্ষরে লিখিত আছে। এই বিখ্যাত বৈজ্ঞানিক ১৮৩৫ সালে তাঁর ইনডাকশন্ নিয়ে

কাজ করতে গিয়েই ডাইলেক্‌ট্রিকের তথ্য ও শব্দটি আবিষ্কার করেন। তাঁর নাম অনুসারে কনডেন্সারের একককে ফ্যারাড বলা হয়। কিন্তু রেডিওর ব্যবহারের পক্ষে ফ্যারাড একটি বড় সংখ্যা। তাই তাকে মাইক্রো ফ্যারাড (Microfarad), মাইক্রো মাইক্রো ফ্যারাড (Micro microfarad) বা পিকো ফ্যারাড (P. F) রূপে প্রকাশ করা হয়। এক মাইক্রো মাইক্রো ফ্যাবাড সমান '০০০,০০১ মাইক্রো ফ্যারাড।

এ থেকে বুঝা যায় যে মাইক্রো মাইক্রো ফ্যারাডকে মাইক্রো ফ্যারাডে পরিণত কববার সহজ উপায় হচ্ছে যে, দশমিক বিন্দুকে (decimel point) ছয় ঘর বামদিকে নিয়ে আসা।

৬৪নং চিত্র—মাইক্রো মাইক্রো ফ্যারাডকে মাইক্রো ফ্যারাডে রূপান্তরিত করার সহজ নিযম।

উদাহরণ:—ধরা যাক ৩০ মাইক্রো মাইক্রো ফ্যারাডকে, $(\mu\mu fd)$ মাইক্রো ফ্যারাডে রূপান্তরিত ক তে হবে।

এখন ৬৪নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাওয়া যাবে যে উপায় খুবই সহজ।

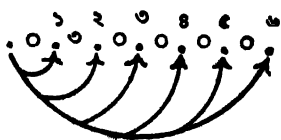
আবার যদি মাইক্রো ফ্যারাডকে মাইক্রো মাইক্রো ফ্যারাডে রূপান্তরিত করতে হয়, তবে ঐ একই নিয়ম।

উদাহরণ: ধরা যাক ০৩ মাইক্রো ফ্যারাডের একটি কনডেন্সার আছে। একে $\mu\mu fd$-তে রূপান্তরিত করলে হবে '০৩ ০০০০ বা ৩০,০০০ $\mu\mu fd$। অর্থাৎ দশমিক বিন্দুকে ছয় ঘর ডানদিকে আনতে হবে।

৬৫নং চিত্র তাহার উদাহরণ। মাইক্রো মাইক্রো ফ্যারাড সমান $\mu\mu fd$। কিন্তু এর আসল চিহ্ন হচ্ছে $\mu\mu fd$। আর মাইক্রো ফ্যারাডের সমান *mfd.* বা μfd আর পিকা ফ্যারাড সমান P F.।

ফ্যারাডকে মাইক্রো ফ্যারাড এবং মাইক্রো ফ্যারাডকে মাইক্রো মাইক্রো ফ্যারাডে রূপান্তরিত করবার আর একটি সহজ উপায় হচ্ছে—

এক ফ্যারাড = ১০,০০,০০০ মাইক্রো ফ্যারাড।

এক মাইক্রো ফ্যারাড = ১০,০০,০০০ মাইক্রো মাইক্রো ফ্যারাড বা পিকা ফ্যারাড।

৬৫নং চিত্র—মাইক্রো ফ্যারাডকে মাইক্রো মাইক্রো ফ্যারাডে রূপান্তরিত করার সহজ নিয়ম।

কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি নির্ণয় করার নিয়ম—(System of Condenser Capacity Calculation) নিম্নে কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি নির্ণয় করার দুই প্রকারের নিয়ম দেওয়া হয়েছে। একটি হচ্ছে **মেট্রিক প্রণালী**। অপরটি হচ্ছে **ইংরাজী প্রণালী**। হাতে নাতে (practical) কাজে এই অঙ্কের প্রয়োজন অত্যন্ত কম। কারণ কনডেন্সারের মান সকল সময়েই কনডেন্সারের গায়ে লেখা থাকে অথবা কলার কোডের সাহায্যে অঙ্কন করে দেওয়া থাকে। তাই সূত্রের সাহায্যে আর ক্যাপাসিটি নির্ণয় করার প্রয়োজন হয় না। তথাপি শিক্ষার্থীদের পক্ষে এ নিয়ম জেনে রাখা প্রয়োজন।

মেট্রিক প্রণালী—

সূত্র :—

$$C = \frac{০৮৮৫ \times A \times K \times (N-১)}{t}$$

এখানে C হচ্ছে—মাইক্রো মাইক্রো ফ্যারাডে ক্যাপাসিটি।
A……—স্কোয়ার সেন্টিমিটারে প্লেটের ক্ষেত্রফল (Surface)
K……—ডাইলেক্‌ট্রিক কনষ্ট্যাণ্ট (ইহা চার্ট অনুসারে হবে)
N……—প্লেটের মোট সংখ্যা (Total number of plates)
t……—সেন্টিমিটারে ডাইলেক্‌ট্রিকের পুরুত্ব।

উদাহরণ :—যদি কোন কনডেন্সারে ২১টি প্লেট থাকে। প্লেটগুলি দৈর্ঘ্যে ও প্রস্থে ৭·৬ cm × ৫ cm হয় আর তাদের মধ্যকার দূরত্ব হয় ১ মিলিমিটার এবং বায়ু যদি ডাইলেক্‌ট্রিক হয় তবে সেই কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি বা ক্ষমতা কত হবে ?

প্রথমে প্লেটের ক্ষেত্রফল (Surface) নির্ণয় করতে হবে। প্লেটের দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ দেওয়া আছে ৭·৬ cm × ৫ cm. অতএব সমগ্র ক্ষেত্রফল হবে ৩৮ sq. cm।

এখানে K হিসাবে ব্যবহৃত হয়েছে বায়ু। আর বায়ুর মান হচ্ছে—১ (চার্টে দেওয়া আছে)।

প্লেটের মোট সংখ্যা হবে (N - ১) বা প্রদত্ত সংখ্যা অপেক্ষা ১ কম। এখানে প্রদত্ত সংখ্যা ২১। অতএব মোট প্লেটের সংখ্যা হচ্ছে (২১ - ১) বা ২০।

t হচ্ছে—১ মিলিমিটার। একে সেন্টিমিটারে রূপান্তরিত করলে হবে ·১ cm।

এখন সমস্ত মানগুলিকে সূত্রাকারে বসালে হবে—

$$C = \frac{\cdot ০৮৮৫ \times ৩৮ \times ১ \times ২০}{\cdot ১}$$

$$= ৬৭২\cdot ৬ \ \mu\mu fd.$$

এখন ৬৭২·৬ $\mu\mu fd$ বা ৬৭৩ $\mu\mu fd$ হচ্ছে—·০০০৬৭৩ μfd। কাজের সুবিধার জন্য ৬৭২·৬ কে সাধারণতঃ ৬৭৩ ধরে নেওয়া হয়।

উদাহরণঃ—যদি কোন কনডেন্সারের ১১টি প্লেট থাকে—প্রত্যেকের ক্ষেত্রফল হয় ২২ ৬ sq. cm আর মধ্যকার দূরত্ব হয় ·০৮ cm, এবং ডাইলেকট্রিক হয় বায়ু. তবে তার ক্যাপাসিটি কত হবে?

$$C = \frac{\cdot ০৮৮৫ \times ১ \times ২২ \ ৬ \times (১১-১)}{\cdot ০৮}$$

$$= \frac{\cdot ০৮৮৫ \times ১ \times ২২ \ ৬ \times ১০}{\cdot ০৮}$$

$$= ২৫০ \ \mu\mu fd$$

অর্থাৎ ·০০০২৫ μfd

ইংরাজী প্রণালী—

সূত্র :—

$$= \frac{\cdot ২২৩৫ \times A \times K \times (N-১)}{t}$$

এখানে C হচ্ছে—মাইক্রো মাইক্রো ফ্যারাডে কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি—

K...—ডাইলেকট্রিক কনষ্ট্যাণ্ট।

N...—মোট প্লেটের সংখ্যা।

A...—বর্গ ইঞ্চি হিসাবে প্লেটের ক্ষেত্রফল।

t...—ইঞ্চিতে ডাইলেকট্রিকের পুরুত্ব।

উদাহরণঃ-একটি কনডেন্সারের ১৫টি প্লেট দৈর্ঘ্যে ও প্রস্থে ১½″×৩″ ইঞ্চি। উহার ডাইলেকট্রিক মাইকা যার পুরুত্ব ·০১ ইঞ্চি—ঐ কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি কত?

$$\text{এখন}\ C = \frac{\cdot২২৩৫ \times ৪\cdot৫ \times ৫ \times (১৫-১)}{\cdot০১}$$

$$= \frac{\cdot২২৩৫ \times ৪৫ \times ৫ \times ১৪}{\cdot০১}$$

$$= \frac{২৮১৬১}{৪}$$

$$= ৭০৪০\ \mu\mu fd$$

$$\text{বা}\ \cdot০০৭\ \mu fd$$

উদাহরণঃ—যদি কোন কনডেন্সারের ২৫ বঃ ইঃ ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট ৫১টি প্লেট থেকে আর ·১ পুরত্বের বায়ুকে ডাইলেকট্রিক হিসাবে ব্যবহার করা হয় তবে ঐ কনডেন্সারের ক্ষমতা কত হবে?

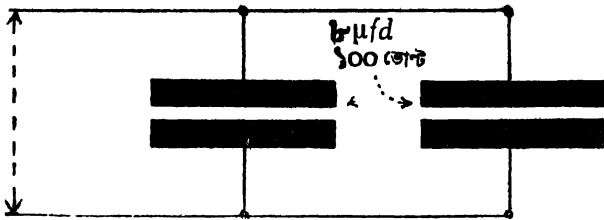
$$C = \frac{\cdot২২৩৫ \times ২৫ \times (৫১-১)}{\cdot১}$$

$$\cdot২২৩৫ \times ২৫ \times ৫০$$

$$= \frac{১০১৭৫}{৪}$$

$$= ২৫৪৪\ \mu\mu fd$$

$$= \cdot০০২৫৪\ \mu fd$$

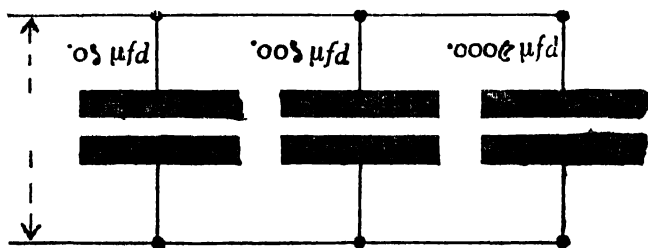
কনডেন্সারের সংযোগ—(Connection of Condenser) :— বেজিষ্ট্যান্সকে যেরূপ সিরিজ ও প্যারাল্যাল ভাবে যুক্ত করা

৬৬নং চিত্র— দুটি কনডেন্সারকে প্যারাল্যালে যুক্ত করা হয়েছে।

যায় কনডেন্সারকেও তেমনি সিরিজ অথবা প্যারাল্যালভাবে সংযুক্ত করা যায়।

প্যারাল্যাল সংযোগ (Parallel Connection)—৬৬ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাওয়া যাবে যে দুটি কনডেন্সারকে প্যারাল্যালে সংযুক্ত করা হয়েছে। অর্থাৎ তাদের প্রত্যেকের প্লেট দুটি সার্কিটের দুই দিকে যুক্ত আছে। তাই দুটি কনডেন্সারই একই সঙ্গে চার্জ ও ডিসচার্জ হচ্ছে। এই প্যারা-

ল্যাল সংযোগ দ্বারা ধাতব প্লেটের ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি করা হয়েছে। চিত্রে তা সহজ করে বুঝিয়ে দেওয়া হয়েছে। এথেকে বুঝা যায় যে কতকগুলি কনডেন্সার প্যারাল্যালে যুক্ত করলে তাদের ক্যাপাসিটি হবে সেই কনডেন্সারগুলির ক্যাপাসিটির যোগফলের সমান। সূত্রাকারে লিখলে হবে :—

$$C = C_১ + C_২ + C_৩ \cdot \quad \cdot \text{ইত্যাদি}$$

একটি জিনিষ লক্ষ্য করতে হবে যে "বেতার তথ্য"-এর প্রথম খণ্ডে রেজিষ্ট্যান্সের যে প্যারাল্যাল সংযোগ দেখান হয়েছে—এই কনডেন্সারের প্যারাল্যাল সংযোগ ঠিক তার বিপরীত।

৬৭নং চিত্র

এখানে C হচ্ছে সার্কিটের মোট কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি বা ক্ষমতা। আর $c_১$ $c_২$ $c_৩$ ইত্যাদি হচ্ছে প্রত্যেক আলাদা আলাদা কনডেন্সারের ক্ষমতা। ৬৬নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে ৪ μfd ও ১০০ ভোল্ট এর দুটি কনডেন্সারকে প্যারাল্যালে যুক্ত করা হয়েছে। তাদের মোট ক্যাপাসিটি হয়েছে ৮ μfd কিন্তু ভোল্টেজ সমান আছে।

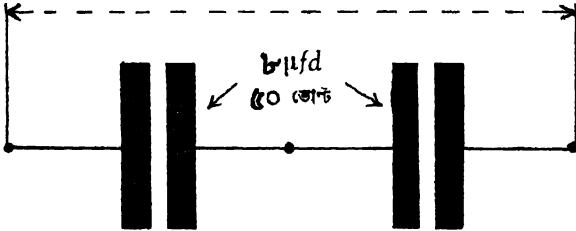
উদাহরণ :—৬৭নং চিত্রে তিনটি কনডেন্সারকে প্যারাল্যালে

যুক্ত করা হয়েছে উহাদের মান যথাক্রমে '০১, '০০১, '০০০৫ μfd। কনডেন্সারগুলির মোট ক্যাপাসিটি কত?

$$C = C_১ + C_২ + C_৩$$

$$= '০১ + '০০১ + '০০০৫$$

$$= '০১১৫\ \mu fd$$

সিরিজ-সংযোগ (Series Connection) :—যখন দুই বা ততোধিক কনডেন্সার সিরিজে যুক্ত করা হয়—তখন তাদের মোট পরিমাণ সকল সময়েই ছোট কনডেন্সারের পরিমাণ

৬৮নং চিত্র - দুটি কনডেন্সারকে সিরিজে যুক্ত করা হয়েছে।

অপেক্ষা কম হয়। আর যদি একই ক্যাপাসিটির কনডেন্সার সিরিজে যুক্ত থাকে তবে তাদের মোট সংখ্যাকে একটি কনডেন্সারের পরিমাণ দিয়ে ভাগ করতে হয়।

৬৮নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাওয়া যাবে যে ৮+৮ *mfd*-এর দুটি কনডেন্সাকে সিরিজে যুক্ত করা হয়েছে। কনডেন্সার দুটির ক্যাপাসিটি এক হওয়ায় ৮ কে ৮ দিয়ে ভাগ করতে হবে—এথেকে মোট পরিমাণ পাওয়া গেল ১ μfd

চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাওয়া যাবে যে লাইন ভোল্টেজ ও প্রত্যেক কনডেন্সারের ভোল্টেজের মধ্যে পার্থক্য আছে। প্রত্যেক কনডেন্সারের ভোল্টেজ লাইন ভোল্টেজের অধিক। এথেকে বুঝা গেল যে এই ৮ μfd ৫০ ভোল্টের দুটি কনডেন্সারের পরিবর্ত্তে ১ μfd ও ১০০ ভোল্টের একটি কনডেন্সার ব্যবহার করা যায়।

যদি দুটি কনডেন্সার—যাদের পরিমাণ বিভিন্ন প্রকারের—তাদেরকে সিরিজে যুক্ত করা হয় তবে তাদের মোট পরিমাণ বাহির করতে হলে সেই দুটি কনডেন্সারের গুণফলকে তাদের যোগফল দিয়ে ভাগ করতে হবে। এখন যদি ৬৮নং চিত্রে উল্লিখিত কনডেন্সার দুটি ৩ ও ৪ মাইক্রো ফ্যারাডের হয় তবে তাদের মোট পরিমাণ হবে ঃ—

$$(৩ \times ৪) \div (৩ + ৪)$$

অথবা ১২ ÷ ৭

= ১ ৭১ $\mu fd.$

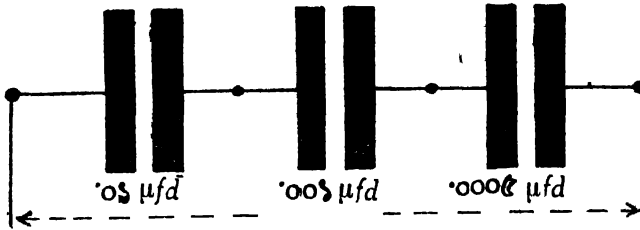
কিন্তু যদি তিন বা তার অধিক কনডেন্সার এক সঙ্গে সিরিজে যুক্ত থাকে তবে তার সূত্র হচ্ছে ঃ—

$$\frac{১}{C} = \frac{১}{C_১} + \frac{১}{C_২} + \frac{১}{C_৩} + \cdots\cdots\cdots\text{ইত্যাদি}$$

$$\text{অথবা } C = \frac{১}{\frac{১}{C_১} + \frac{১}{C_২} + \frac{১}{C_৩} +} \cdots\cdots\cdots\text{ইত্যাদি}$$

হাতে নাতে কাজের জন্য বেতার গ্রাহক যন্ত্রে দুটির অধিক কনডেন্সার

সিরিজে যুক্ত করার দরকার হয় না। তথাপি শিক্ষার্থীদের তা জেনে রাখা প্রয়োজন।

উদাহরণ:—৬৯ নং চিত্রে তিনটি কনডেন্সারকে সিরিজে যুক্ত করা হয়েছে। তাদের পরিমাণ যথাক্রমে ·০১, ·০০১ ও ·০০০৫। কনডেন্সারগুলির মোট ক্যাপাসিটি কত হবে?

৬৯ নং চিত্র

$$C = \frac{১}{\frac{১}{·০১} + \frac{১}{·০০১} + \frac{১}{·০০০৫}}$$

$$= \frac{১}{\frac{১০০}{১} + \frac{১০০০}{১} + \frac{১০০০০}{৫}}$$

$$= \frac{১}{\frac{১৫৫০০}{৫}}$$

$$= \frac{১}{৩১০০}$$

$$= ·০০০৩২ \ \mu fd.$$

Test Questions

1. *What are the things to be consider in calculating the capacity of a condenser ?*
2. *State the merits of Non-inductive type condenser over Inductive type condenser.*
3. *Is the action of condenser is same in Dc and Ac circuits ? State your answer with a suitable example.*
4. *How many micromicrofarads are there in one microfarad ?*
5. *What is the capacity of a group of condensers connected in Parallal ?*
6. *In series circuit is the capacity of two or more condensers always less or greater than the capacity of the smaller one ?*

ষষ্ঠ অধ্যায়

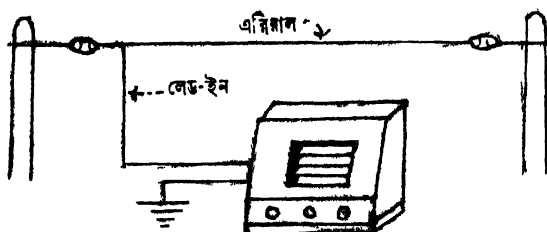
এরিয়াল ও আর্থ

গত কয়েক বৎসর পূর্ব্বেও এরিয়াল ও আর্থ সংযোগের প্রতি বিশেষ দৃষ্টি দেওয়া হতো না। কিন্তু বেতার গ্রাহক যন্ত্রের উন্নতির সঙ্গে সঙ্গে এই এরিয়াল ও আর্থ সংযোগের উপকারিতা ও প্রয়োজনীয়তা ধরা পড়েছে। অনেকের মতে এই এরিয়াল ও আর্থ বেতার-গ্রাহক যন্ত্রের একটি বিশেষ অঙ্গ স্বরূপ। তাই এ সম্বন্ধে আলোচনারও বিশেষ প্রয়োজন আছে। অনেক সময় দেখা গেছে যে ভাল এরিয়াল ও আর্থ সংযোগ দ্বারা গ্রাহক-যন্ত্র থেকে খুব সুন্দর আওয়াজ পাওয়া যায়। গভীর ভাবে আলোচনা করার পূর্ব্বে এর প্রয়োজনীয়তা সম্বন্ধে একটি মোটামুটি ধারণা গড়ে তোলা প্রয়োজন।

রেডিও ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশনে এরিয়াল ব্যবহার করা হয়—শূন্যের মধ্যে অর্থাৎ ঈথারেব মধ্যে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক রেডিয়েশন (radiation) এর জন্য। আর গ্রাহক-যন্ত্রের এরিয়ালের কাজ সেই শূন্যে ভ্রাম্যমান ওয়েভসকে গ্রহণ করে রেডিও সার্কিটে সিগন্যাল ভোল্টে জইনডিউসড্ করা। একটি ভাল এরিয়াল অনেকগুলি জিনিষের উপর নির্ভর করে। সে গুলির মধ্যে প্রধান প্রধান বিষয়গুলিই এই অধ্যায়ে আলোচনা করা হয়েছে।

অনেকে এই এরিয়াল সংযোগকে এ্যানটেনা (Antenna) সংযোগও বলে থাকেন। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে এ্যানটেনা সিসটেম্ বলা হয় এরিয়াল ও লেড-ইন্ ওয়ার এর মিলিত সার্কিটকে

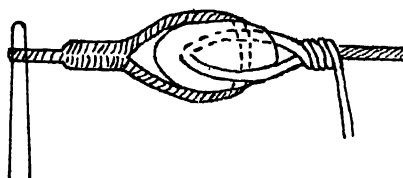
৭০নং চিত্রে এই এ্যানটেনা সিসটেমকেই অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে বাঁশের একধারের মাথায় যে লম্বা তারটি টাঙ্গান আছে তাহাই এরিয়াল। আর ঐ এরিয়াল থেকে গ্রাহক যন্ত্র অবধি যে তারটি লাগান আছে তাকেই বলে লেড্-ইন্ ওয়ার।

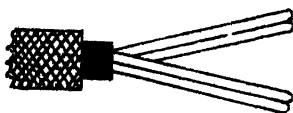
এরিয়ালের শ্রেণী বিভাগ (Classification of aerial)—এরিয়াল অনেক প্রকারের হয়ে থাকে। সচরাচর যে এরিয়াল দেখা যায় তাদেরকে চারভাগে ভাগ করা যায়।

৭০নং চিত্র - উল্টো "L" টাইপ এ্যানটেনা।

১। উল্টো "L" টাইপ।
২। "I" টাইপ।
৩। ফ্লাট লুপ্ টাইপ।
৪। বক্স লুপ্ টাইপ।

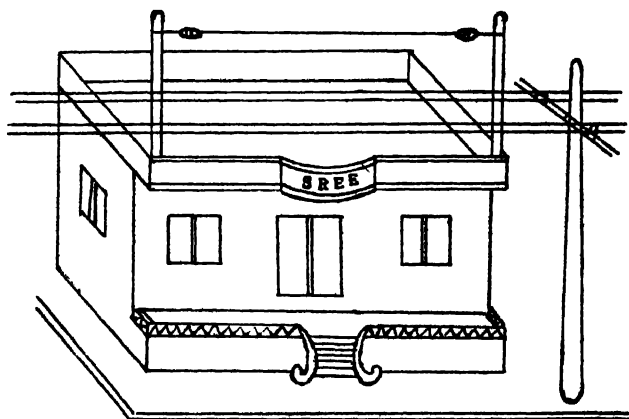
উল্টো "L" টাইপ এরিয়াল (Inverted "L" Type) সাধারণত এই প্রকারের এরিয়ালের প্রচলনই অধিক। ৭০নং চিত্রে লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে একটি ইংরাজীর "L"কে উল্টো করে ধরলে যেরূপ দেখায় এই এরিয়ালকেও ঠিক সেইরূপ

দেখায়। এই "L" টাইপ এরিয়াল সাধারণতঃ মিডিয়াম্ ওয়েভস্ রিসেপসনে সুন্দর কাজ দেয়। তবে সর্ট ওয়েভস্ ধরার পক্ষে যে এই এরিয়াল উপযোগী নয় সে কথা বলা যায় না।

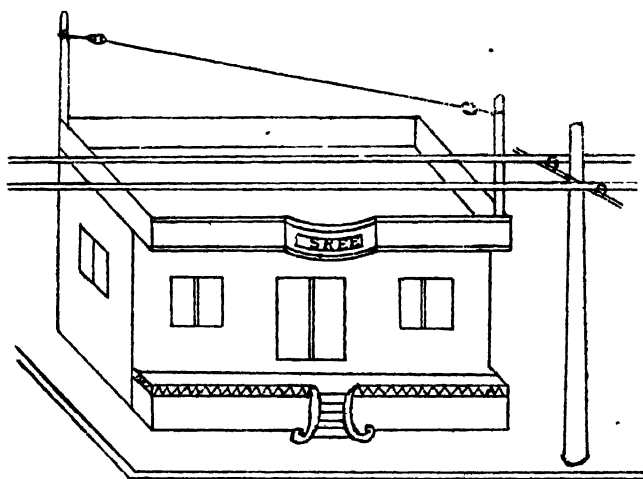
৭০নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে দুটি বাঁশের সঙ্গে প্রথমে কিছু তার দিয়ে দুটি পোরসিলেন ইনসুলেটর লাগান হয়েছে। বাঁশ থেকে ইনসুলেটর অবধি সংযোগ কিভাবে করতে

৭১নং চিত্র—বাঁশ থেকে ইনসুলেটর অবধি সংযোগ করার সহজ নিয়ম।

হবে তা ৭১নং চিত্রে ভালরূপে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। ৭০নং চিত্রে দুটি ইনসুলেটরের মধ্যে এরিয়াল লাগান হয়েছে। এই ইনসুলেটর ব্যবহার করার কারণ হচ্ছে যে রেডিও সিগন্যাল

৭২নং চিত্র ৭৩নং চিত্র

কোন প্রকারে বাঁশের মধ্য দিয়ে আর্থে চলে যেতে পথ না পায়। এরিয়াল হিসাবে যে তার ব্যবহার করা হয় তাকে বলে **বেয়ার-কপার-ওয়ার** (Bear-Copper-Wire) চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে বেয়ার-কপার-ওয়ারের তিন ভাগের এক

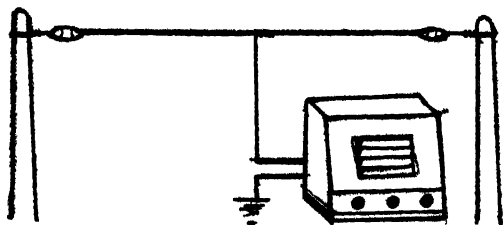
ভাগ থেকে লেড্‌-ইন্‌-ওয়্যারকে যুক্ত করা হয়েছে। এই লেড্‌-ইন্‌-ওয়্যারকে কিভাবে বেয়ার কপার-ওয়্যারের সঙ্গে যুক্ত করতে হবে তা ৭২নং চিত্রে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে প্রথমে তারের ইনসুলেশন্‌ কেটে নেওয়া হয়েছে। পরে তাদের মুখটি পরিষ্কার করে তাকে দু'ভাগে ভাগ করা হয়েছে। এখন বেয়ার-কপার-ওয়্যারেব সঙ্গে ঐ তার কিভাবে যুক্ত করা হয়েছে তা ৭৩নং চিত্র লক্ষ্য করলেই বুঝা যাবে। ভালরূপে

৭৪নং চিত্র—পাওযার লাইনেব সঙ্গে এরিয়াল প্যারালালে আছে।

চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে ঐ দুইভাগ তাবের এক ভাগকে বেয়ার-কপার-ওয়্যারেব সঙ্গে ক্লক-ওয়াইজ ও অপর ভাগকে এন্টি-ক্লক-ওয়াইজ ভাবে যুক্ত করা হয়েছে। এখানে একটি কথা বলে রাখা প্রয়োজন যে এই লেড্‌-ইন্‌-ওয়ার ও বেয়ার কপার ওয়্যারের সংযোগ যদি আল্‌গা (loose) থাকে তবে যখন বাতাসে ঐ এরিয়ালকে আন্দোলিত করবে তখন রেডিওতে "কড় কড়" শব্দ হবে।

আরও একটি জিনিষ শিক্ষার্থীদের বিশেষ দৃষ্টি দেওয়া প্রয়োজন যা এরিয়ালের বিশেষ প্রয়োজনীয় অংশ। ৭৪নং ও ৭৫নং চিত্রে এই জিনিষটিকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। ৭৪নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে পাওয়ার লাইনের সঙ্গে এরিয়াল প্যারাল্যালে আছে। আর ৭৫নং চিত্রে এরিয়ালটি পাওয়ার লাইনের সঙ্গে সমকোণে আছে। এরিয়াল যদি ৭৪নং

৭৫নং চিত্র—পাওয়ার লাইনের সঙ্গে এরিয়াল সমকোণ আছে।

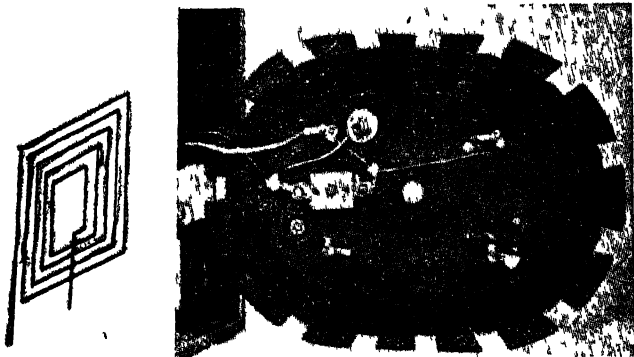
চিত্রের ন্যায় পাওয়ার লাইনের সঙ্গে প্যারাল্যাল অথবা তার নিকট থাকে তবে রেডিওতে ইলেকট্রিক্যাল-ডিসটারবেন্স দেখা দেয়। কিন্তু এরিয়াল যদি ৭৫নং চিত্রের ন্যায় পাওয়ার লাইনের সঙ্গে সমকোণে থাকে তবে ঐরূপ কোন অসুবিধার সৃষ্টি করে না। তাই এরিয়াল টাঙ্গানর সময়ে লক্ষ্য রাখা উচিত

যাতে সেটি পাওয়ার লাইনের সঙ্গে প্যারাল্যালে না থাকে আর পাওয়ার লাইন থেকে সেটি যাতে দূরে থাকে।

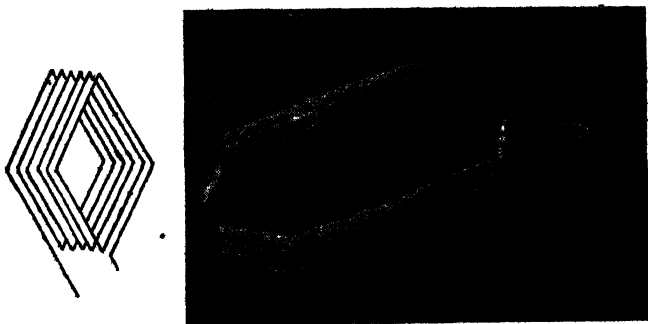
"T"-টাইপ এরিয়াল—("T" type aerial)—৭৬নং চিত্রে "T"-টাইপ এরিয়ালকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে এরিয়াল তারের অর্থাৎ বেয়ার কপার ওয়ারের ঠিক মধ্য থেকে লেড্-ইন্-ওয়ারকে যুক্ত করা হয়েছে। এইরূপ এরিয়াল সর্ট-ওয়েভস্ রিসেপসনে খুব সুন্দর কাজ দেয়। এই এরিয়ালকে ঠিক ইংরাজীর "T"-এর

৭৬নং চিত্র—"T" টাইপ এরিয়াল।

ন্যায় দেখতে বলে একে "T"-টাইপ নাম দেওয়া হয়েছে। অবশ্য অনেকে কাজের সুবিধার জন্য মিডিয়াম ওয়েভ রিসেপসনেও এই জাতীয় এরিয়াল ব্যবহার করে থাকেন।

লুপ্ টাইপ এরিয়াল—(Loop type aerial)—এই লুপ্ টাইপ এরিয়াল সাধারণত পোর্টেবল সুপারহেটেরোডাইন্ রিসিভারে দেখা যায়। এই লুপ্ এরিয়াল দ্বারা প্রায় ৫০ মাইলের মধ্যের ষ্টেশন খুব সুন্দর রূপেই ধরা যায়। ৭৭নং চিত্রে লুপ্-এরিয়ালের সিম্বলকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। আর ৭৮নং চিত্রে একটি গ্রাহক যন্ত্রের পিছন দিকে এই লুপ এরিয়াল ব্যবহার করা হয়েছে। লুপ্ এরিয়াল সাধারণতঃ জায়গার অনুপাতেই হয়ে থাকে। জায়গা বড় হলে এই

এরিয়ালকেও বড় করা যায়। এ এরিয়াল সাধারণত ভাল ইনস্যুলেটেড্ তারের হয়ে থাকে। বক্স টাইপ লুপ্ এরিয়ালও,

৭৭নং চিত্র—লুপ টাইপ এরিয়ালের সিম্বল।

৭৮নং চিত্র—রিসিভারের পিছনে লুপ টাইপ এরিয়াল।

লুপ্ টাইপেরই ন্যায় হয়ে থাকে। কেবল এর আকার একটা বাক্সের ন্যায় হয়। ৭৯ ও ৮০নং চিত্রে তা দেখান হয়েছে।

৭৯ ও ৮০নং চিত্র—বক্স টাইপ এরিয়াল।

লেড-ইন-ওয়্যার—(Lead-in-wire)—যে তার দ্বারা এরিয়াল ও গ্রাহক যন্ত্রের মধ্যে সংযোগ স্থাপন করা হয় তাকেই বলে লেড্-ইন-ওয়্যার। লেড্-ইন হিসাবে যে তার ব্যবহার করা হবে তা ভাল ইনসুলেটেড্ হওয়া উচিত আর এরিয়াল থেকে রেডিও

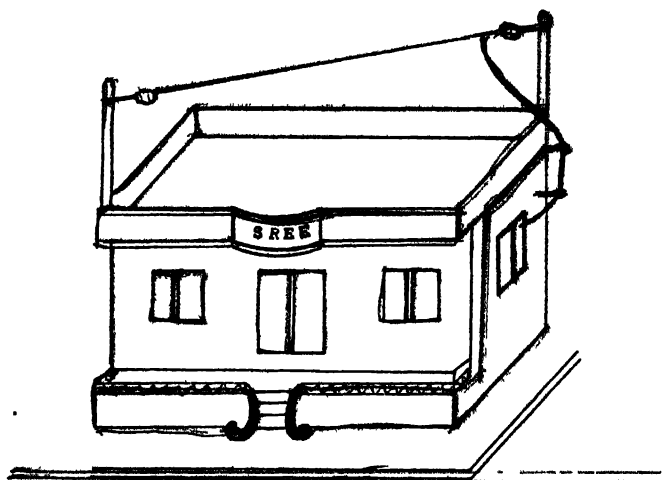
৮১ ও ৮২নং চিত্র—বিভিন্ন প্রকার ষ্ট্যাণ্ড অফ্ ইনসুলেটর।

পর্য্যন্ত যাওয়ার পথে এই তার যাতে কোন প্রকারে এমন কোন জিনিষের নিকট দিয়ে না যায়, যার ফলে রেডিওতে নয়েজ্ হয়, সেদিকে লক্ষ্য রাখা উচিত। ধরা যাক্ যদি এই তার দেওয়ালেব গা দিয়ে যায় তবে তাতেও নয়েজ্ হতে পারে। তাই এই তারকে দেওয়াল থেকে অন্তত ৬" ব্যবধানে রাখতে হয়। এই ব্যবধান রাখতে গেলে stand off

৮৩ ও ৮৪নং চিত্র—বিভিন্ন প্রকার ষ্ট্যাণ্ড অফ্ ইনসুলেটর।

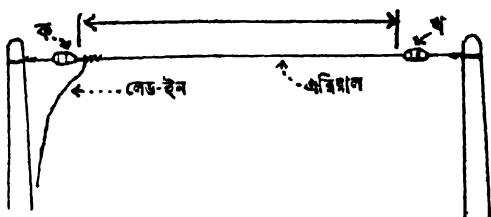
ইনসুলেটর ব্যবহার করতে হয়। ৮১, ৮২, ৮৩, ও ৮৪ নং চিত্রে বিভিন্ন প্রকাব ষ্ট্যাণ্ড অফ্ ইনসুলেটরকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এই ইনসুলেটর কি ভাবে দেওয়ালের গায়ে লাগাতে হয় তা ৮৫নং চিত্রে দেখান হয়েছে। একটি সম্পূর্ণ লেড্ ইন্-ওয়্যারকে রেডিও পর্য্যন্ত নিয়ে যেতে চেষ্টা করাই উচিত—যাতে ঐ তারের মাঝে আবার কোন জোড়া না হয়। আর সকল সময়ে লক্ষ্য রাখা উচিত যে এই লেড্-

ইন্-ওয়ার যেন কোন পাওয়ার লাইনের উপর বা পাশ দিয়ে না যেতে পারে। এই লেড্-ইন্-ওয়ার হিসাবে ১৪নং রবার-কভার্ড ওয়াটার-প্রুফ্ তার ব্যবহার করলে ভালই হয়।

এরিয়ালের উচ্চতা—(Hight of the aerial)—এরিয়াল যত উচ্চ ও বড় করা যাবে তার ক্ষমতাও তত বেশী হবে। যদি

৮৮নং চিত্র—দেওয়ালের গাযে ষ্ট্যাণ্ড অফ ইনসুলেটরকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

দূরের ষ্টেশন ধরতে হয় তবে এরিয়ালকে বেশী উঁচু করা দরকাব, কিন্তু এই বেশী উঁচু করতে গিয়ে এবিয়াল দূরের ষ্টেশন ছাড়াও অনেক নয়েজ গ্রহণ করে ফেলে, তাই এরিয়ালও ভাল হয় না। পক্ষান্তরে আবার এই নয়েজ কমাতে গিয়ে যদি এরিয়াল বেশী নিচু করা হয় তবে তা আবার ইলেক্-ট্রিক্যাল ডিষ্টারবেন্স গ্রহণ করে ফেলে। তাই এরিয়াল কখনও বেশী উঁচু বা বেশী নীচু কবা উচিত্ নয়। আর তা ছাড়া

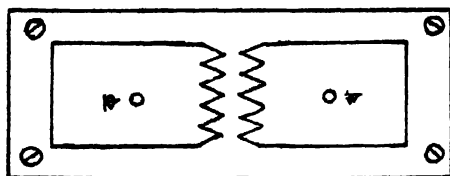
আজকাল বাজারে যে রেডিও পাওয়া যায় তা এত শক্তিশালী যে বিনা এরিয়ালেও চলতে পারে। তবে তার আওয়াজ ভাল করার জন্য আউট-ডোর এরিয়ালের প্রয়োজন হয়। সাধারণভাবে সবদিক বিচার করে দেখা গেছে যে এরিয়ালের উচ্চতা ১৫ থেকে ২৫ ফুট হলেই ভাল হয়।

এরিয়ালের দৈর্ঘ্য—(Length of aerial)—৮৬নং চিত্রে একটি এরিয়ালের দৈর্ঘ্যকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। অনেকের একটি ভুল ধারনা আছে যে এরিয়ালের দৈর্ঘ্য হচ্ছে

৮৬নং চিত্র—এরিয়ালের দৈর্ঘ্যকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

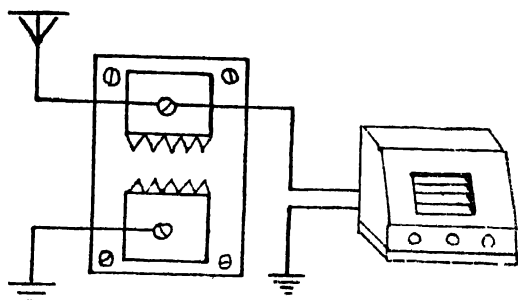
একটি বাঁশ থেকে অপর বাঁশ পর্য্যন্ত সমগ্র অংশটি। কিন্তু তা নয়, এরিয়ালের দৈর্ঘ্য হবে চিত্রে অঙ্কিত পোরসিলেন ইনস্যুলেটর "ক"-এর পর থেকে "খ" ইনস্যুলেটরের আগে পর্য্যন্ত। দেখা যাক এই এরিয়ালের দৈর্ঘ্য কত হওয়া দরকার।

গত কয়েক বৎসর পুর্ব্বেও যে সকল রেডিও গ্রাহক যন্ত্রের প্রচলন ছিল, সেই সকল যন্ত্রের জন্য প্রায় ১৫০ ফুট পর্য্যন্ত এরিয়াল ব্যবহার করতেও দেখা গেছে—কারণ তার চেয়ে কম দৈর্ঘ্যের এরিয়াল ব্যবহারে ভাল আওআজ পাওয়া যেত না, কিন্তু আজকালকার গ্রাহক যন্ত্রের জন্য বেশী দৈর্ঘ্যের এরিয়ালের প্রয়োজন হয় না। তাই আজকাল এরিয়াল যত

সর্ট হবে গ্রাহক যন্ত্র তত সিলেকটিভ্ (Selective) হবে। এখানে সিলেকটিভ্ বলতে বুঝায় যে ঐ এরিয়াল কেবল দরকারী ষ্টেশনগুলিই গ্রহণ করবে আর যে ষ্টেশন দরকার নয় সে ষ্টেশনগুলি গ্রহণ করেও রেডিও সেটে ডিসটারবেন্সের স্বষ্টি করবে না। তাই যে এরিয়াল ব্যবহার করা হয় তার দৈর্ঘ্য ৫০ ফুটের বেশী না হওয়াই উচিত, তবে এর কিছু বেশী বা কম হলে কোন ক্ষতি হয় না।

লাইটনিং এ্যারেষ্টার (Lightning arrester)—এরিয়ালের কাজে লাইটনিং এ্যারেষ্টার বিশেষ প্রয়োনীয় অংশ। ৮৭নং চিত্রে লাইটনিং এ্যারেষ্টার ও ৮৮নং চিত্রে তার সার্কিটকে

৮৭নং চিত্র—লাইটনিং এ্যারেষ্টার।

অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। ৮৮নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে এরিয়ালের লেড্-ইন তারাটি সোজা লাইটনিং এ্যারে-ষ্টারে যুক্ত করা হয়েছে। এ্যারেষ্ট্যারের অপর প্রান্তটি আর্থ করে দেওয়া হয়েছে। ৮৭নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে এ্যারেষ্টারে যে ক ও খ দুটি ইলেকট্রোড্ আর তাদের মাঝে সামান্য একটু ফাঁক আছে এর অর্থ হচ্ছে যে লো-ভোল্টেজ রেডিও সিগন্যাল ঐ গ্যাপ (gap) এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হবার পথ পাবে না তাই তা সোজা রেডিও যন্ত্রে চলে যাবে। কিন্তু হাই ভোল্টেজ রেডিও সিগন্যাল অর্থাৎ বজ্র, বিদ্যুৎ প্রভৃতি যা রেডিওর মধ্যে প্রবেশ করলে যন্ত্রকে

মুহূর্ত্তে নষ্ট করে দেয় —তা যদি কখনও এরিয়ালে এসে উপস্থিত হয়, তবে তা ঐ গ্যাপের মধ্য দিয়ে বেগে সোজা আর্থে চলে যায়। ফলে রেডিওর কোন ক্ষতি হয় না। এই লাইটনিং এ্যারেষ্টারকে জানালার গায়ে অথবা অন্য কোন সুবিধাজনক জায়গায় বসান যায়। এখানে একটি কথা বলে রাখা দরকার যে যদি সম্ভব হয় তবে ৮৮নং চিত্রে যেরূপ দেখান হয়েছে আর্থ সংযোগ সেইরূপ করা দরকার। অর্থাৎ লাইটনিং এ্যারেষ্টারের জন্য আলাদা আর্থ এর ব্যবস্থা করা দরকার।

৮৮নং চিত্র—লাইটনিং এ্যারেষ্টার সংযোগের সার্কিট।

প্রকৃতপক্ষে বলতে গেলে এরিয়াল একটি বিরাট অধ্যায়। সম্পূর্ণ এরিয়ালের তথ্য সম্বন্ধে জ্ঞান রাখতে গেলে অনেক কিছু জানা প্রয়োজন। যারা এই এরিয়ালের তথ্যকে ঠিকমত আয়ত্তে রাখতে পারেন রেডিওর কাজে তারা অনেক জটিল সমস্যার সহজেই সমাধান করতে পারেন। এ সম্বন্ধে নিজের অভিজ্ঞতা থেকে একটি গল্প বলছি।

কোন এক গৃহের একটি রেডিও বাজতে বাজতে হঠাৎ থেমে যায়। অর্থাৎ কুঁ কাঁ শব্দ দিতে থাকে কিন্তু কোন ষ্টেশন ধরতে পারে না। একটি রেডিও ইঞ্জিনিয়ারকে ঐ

রেডিওটি মেরামত করে দেবার জন্য নিয়ে যাওয়া হয়। তিনি সেই বাড়ীতে গিয়ে দেখেন যে এরিয়াল থেকে রেডিও গ্রাহক-যন্ত্র অবধি যে তারটি যুক্ত আছে তা শত ছিন্ন—আর একটি ব্রাকেট লাইটের গায়ে বেশ ভাল ভাবে জড়ান। তিনি তখন কিছু না বলে ঐ রেডিওটি নিজের লেবোরেটরীতে নিয়ে এসে বাজান ও দেখেন যে সেটটি ঠিকই আছে। তখন তিনি ঐ লাইটের গা থেকে লেড্-ইন্ তারটিকে খুলে ফেলে রেডিও বাজিয়ে দেখেন যে তখন তা ঠিকই বাজছে। ঐ যে ইনসুলেশন উঠে যাওয়া তারটি লাইটের পিতলের রডের গায়ে জড়ান ছিল তার ফলে এরিয়াল থেকে আগত সমস্ত সিগন্যাল ভোল্টেজই আর্থ হয়ে যাচ্ছিল।

অপর কোন এক ইঞ্জিনিয়ার একটি নূতন রেডিও প্রস্তুত করে বাজাবার সময় দেখেন যে ঐ রেডিও সেটে আওয়াজ অত্যন্ত কম হচ্ছে। তিনি ঐ সেটের আওয়াজ বৃদ্ধি করার জন্য বহু চেষ্টা করতে থাকেন। বিভিন্ন ভ্যালুর পার্টস্ ব্যবহার করেও তিনি বিফল মনোরথ হন। এমন কি বহু বই পড়ে বিভিন্ন প্রথা অবলম্বন করেও কোন ফল হয় না। তখন তিনি অনন্যোপায় হয়ে রেডিও সেটটি অনাদরেই ফেলে রেখে দেন। এরিয়াল সম্বন্ধে কোন প্রশ্নই তার মনে জাগে না। একদিন ছাতে বেড়াইবার সময় লক্ষ্য করেন যে এরিয়াল থেকে লেড-ইন তারটি কোন প্রকারে ছিঁড়ে পড়ে গেছে। তখন তার মনে হয় যে এরিয়ালে কানেকশন না থাকলেও তো জোরে ষ্টেশন পাওয়া অসম্ভব। এরিয়ালটি ঠিক করে তিনি পুনরায় রেডিও বাজান ও দেখেন যে সাউণ্ড বেশ জোরেই হচ্ছে। ঐ যে তারটি ছিঁড়ে গিয়েছিল তার ফলে রেডিও সেটে সামান্য সিগন্যাল ভোল্টেজ ইনডিউজড্ হয়ে, সেটটি বাজছিল আস্তে।

Test Questions

1. *What is the utility of an aerial in Radio ?*
2. *What is the function of a "Lightning arrester" ?*
3. *What are the things to be consider at the time of Aerial errection ?*
4. *In case of poor selectivity and unwanted noise in a receiver, what is the first step you will adopt to eliminate it ?*

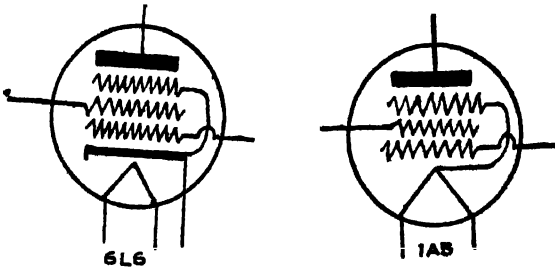
সপ্তম অধ্যায়

রেডিও-গ্রাহক-যন্ত্র

বেডিও গ্রাহক যন্ত্র বা রেডিও রিসিভার সাধারণত দুই প্রকারের হয়ে থাকে ঃ—

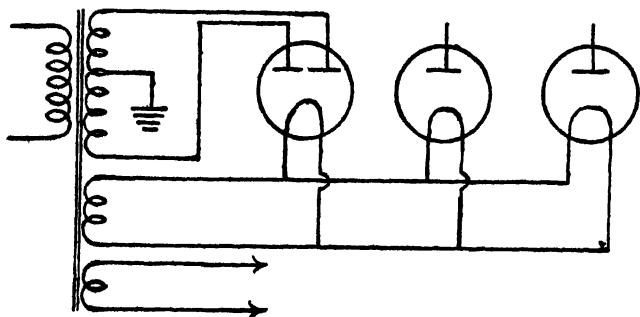
১। ব্যাটারী রিসিভার

২। ইলেক্‌ট্রিক রিসিভার

ব্যাটারী রিসিভার তাকেই বলে—যাকে প্রাইমারী ব্যাটারী অথবা ষ্টোরেজ ব্যাটারীতে কাজ করার জন্য প্রস্তুত করা হয়ে থাকে। ব্যাটারী অপারেটেড্ রিসিভারে টিউবের ফিলামেণ্ট

৮৯ ও ৯০নং চিত্র — বিভিন্ন টিউবের সিম্বল।

এ-সি রিসিভারের ন্যায় সচবাচর প্যারাল্যালে সংযুক্ত হয়ে থাকে। আর ব্যাটারী অপারটেড্ রিসিভারের টিউব সাধারণত ডিরেক্টলী-হিটেড-টাইপ হয়। ডিরেক্টলী-হিটেড টাইপ ও ইন্‌ডিরেক্টলী-হিটেড-টাইপ কাকে বলে জানা দরকার।

৮৯ ও ৯০নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, সেখানে দুটি টিউব অঙ্কন করা হয়েছে একটি 6L6 অপরটি 1A5

চিত্র লক্ষ্য করলে আরও দেখা যাবে যে 6L6 টিউবটির ফিলামেণ্টের পর ক্যাথোড আছে। এই সব টিউবে সাধারণত ফিলামেণ্ট গরম হয়ে ক্যাথোডকে গরম করে—আর ক্যাথোড ইলেক্ট্রন এমিট করে। এইরূপ টিউবকে বলে **ইনডিরেক্টলী-হিটেড-টাইপ** কারণ ফিলামেণ্ট নিজে ইলেক্ট্রন এমিট করে না। কিন্তু যে টিউবে কোন ক্যাথোড থাকে না—ফিলামেণ্ট নিজেই উত্তপ্ত হয়ে ইলেক্ট্রন এমিট করে, তাকে বলা হয় **ডিরেক্টলী-হিটেড-টাইপ**। যথা 1A5 (৯০নং চিত্র)

৯১নং চিত্র—ফিলামেণ্টের প্যারালাল সংযোগ।

ইলেক্ট্রিক রিসিভার (Electric Receiver) :—যে রিসিভার ইলেক্ট্রিক মেন লাইন থেকে চালিত হয় তাকে বলা হয় ইলেক্ট্রিক রিসিভার। এই রিসিভারে কোন ব্যাটারী ব্যবহারের প্রয়োজন হয় না। ইলেক্ট্রিক্ রিসিভার সাধারণত তিন প্রকারের হয়ে থাকে।—যথা :—

১। **এ-সি রিসিভার**

২। **ডি-সি রিসিভার**

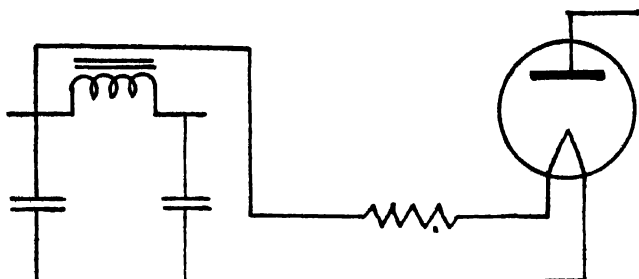
৩। **এ-সি/ডি-সি রিসিভার**

এ-সি রিসিভার (A-C Receiver) এই সার্কিটের ফিলামেন্ট সংযোগ প্যারাল্যালে হয়ে থ'কে। ৯১নং চিত্রে তা দেখান হয়েছে। এই রিসিভারের পাওয়ার সাপ্লাই ষ্টেজে সাধারণত একটি পাওয়ার ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা হয়। এই ষ্টেজে যে রেক্‌টিফায়ার ব্যবহার করা হয় তাকে **ফুল ওয়েভ রেকটিফায়ার** বলে। রেক্‌টিফিকেশন সম্বন্ধে প্রথম খণ্ডে আলোচনা করা হয়েছে।

এ-সি রিসিভারের সুবিধা অনেক। এই রিসিভারে ব্যবহৃত টিউবের ভোল্টেজ অথবা কারেন্টের কোন বাঁধা ধরা সীমা থাকে না। এদে ়কে যে কোন এ্যাম্‌প্লিফিকেশন অথবা পাওয়ারের কাজে ব্যবহার করা যায়। কিন্তু ব্যাটারীর বেলায় একথা বলা যায় না। আব ডি-সি তে ব্যবহৃত টিউবের ফিলা-মেণ্ট কারেণ্ট নির্দিষ্ট সীমানায় থাকে। কারণ, সাপ্লাই লাইন থেকে যে ভোল্টেজ পাওয়া যায় তার বেশী ভোল্টেজ কোন প্রকারেই প্লেটে দেওয়া যায় না। তবে ভাইব্রেটর ব্যবহার করে এই কাজ করা যায়, কিন্তু এই ভাইব্রেটর শক্তিশালী কারেণ্ট সরবরাহ কবতে পারে না। এ-সি রিসিভারে পাওয়ার সাপ্লাইয়ের ফ্লেক্সিবিলিটির (flexibility) জন্য যে কোন সংখ্যার টিউব ব্যবহার করা যায়। ফলে বেশী এ্যামপ্লিফিকেশন, ভাল সিলেক্‌টিভিটী সেট থেকে পাওয়া যায়।

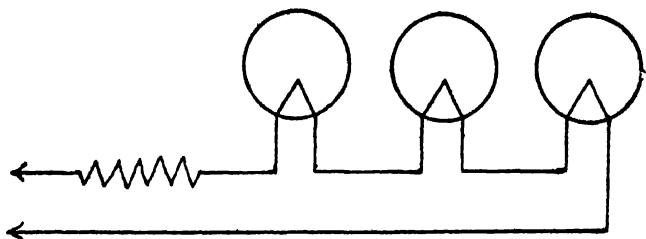
ডি-সি রিসিভার (D-C Receiver)—অনেক জায়গায় ডিরেক্ট কারেন্টের প্রচলন থাকায় ডি সি রিসিভারের প্রয়োজন হয়। তবে সচরাচর ডি-সি লাইনে এ-সি/ডিসি রিসিভার ব্যবহার করতেই দেখা যায়। কারণ কেবল ডি-সি রিসি-ভারের কতকগুলি অসুবিধা আছে। তাদের মধ্যে প্রধান হচ্ছে যে, এই রিসিভারের মেন লাইনের পোলারিটি ঠিক রাখতে হয়। অর্থাৎ মেন লাইনের পজিটিভ দিক রেডিও সেটের

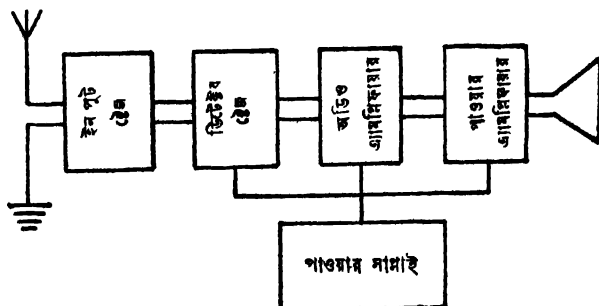
পজিটিভ দিকে আর নেগেটিভ দিক মেন লাইনের নেগেটিভ দিকের সঙ্গে যুক্ত হওয়া দরকার। যদি কখনও বিপরীত হয়ে যায় তবে অনেক সময়ে সেট ক্ষতিগ্রস্ত হয়।

বিভিন্ন যায়গায় যে ডিরেক্ট কারেন্টের প্রচলন আছে তাকে ঠিক বিশুদ্ধ ডি সি বলা যায় না। কারণ ডি-সি জেনারেটরের উপর কমুটেটরের প্রতিক্রিয়ার জন্য কিছু পাল্‌স্‌ বা কম্পন রয়ে যায়, এই কম্পন অনেকটা এ-সি-কে রেক্‌টিফাই করার পর যে পালসেটিং ডি-সি পাওয়া যায় তার মত হয়ে থাকে।

৯২নং চিত্র—কেবল ডি-সি লাইনে ব্যবহৃত ফিল্টার সার্কিট।

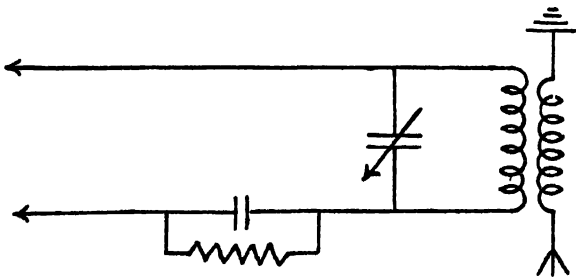
এই সকল অসুবিধা দূর করার জন্য ডি-সি সেটে ফিল্টার সার্কিটের প্রয়োজন হয়। ৯২নং চিত্রে তা দেখান হয়েছে।

ডি-সি অথবা এসি-ডিসি সেটে ফিলামেণ্ট সিরিজে যুক্ত থাকে। ৯৩নং চিত্রে তা দেখান হয়েছে। ডি-সি অথবা এসি-ডিসি সেটে সকল টিউবের ফিলামেণ্টের **কারেণ্ট সকল সময় ঠিক থাকে। তবে ভোল্টেজ আলাদা হতে পারে। কিন্তু এসি-তে ভোল্টেজ এক থাকে—কারেণ্ট আলাদা হতে পারে,** অর্থাৎ প্যারালাল ও সিরিজ কানেক্‌শনে যা হয়ে থাকে ঠিক তাই হয়।

রেডিও বিজ্ঞানীদের মতে “Radio is a device which changes radio waves into corresponding sound”। ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশন থেকে প্রেরিত রেডিও ওয়েভস্ বায়ুতে

৯৩নং চিত্র

ইতস্তত ঘুরে বেড়ায়। এই ভাবে ঘুরতে ঘুরতে যখন সেই ওয়েভস্‌গুলি এরিয়ালে এসে আঘাত করে এরিয়াল সেই সময়ে কিছু ওয়েভস সংগ্রহ করে নেয় আর রিসিভারে সিগ-

৯৪নং চিত্র—একটি লোক্যাল গ্রাহক যন্ত্রের ব্লক ডায়গ্রাম।

ন্যাল ভোল্টেজ ইন্‌ডিউস করে। রিসিভার সেই ইন-ডিউসড্ সিগন্যালকে সাউণ্ডে পরিণত কোরে আমাদের আনন্দ দেয়। এই রেডিও রিসিভারকে সাধারণত ছয় ভাগে ভাগ

করা হইয়াছে। অবশ্য কেবলমাত্র একটি অথবা দুটি ষ্টেজ ব্যবহার করে হেড-ফোনে ষ্টেশন শোনা যায়। কিন্তু আমরা এখানে স্পিকার সমেত ব্যবহৃত রেডিও সম্বন্ধে আলোচনা করব। ৯৪নং চিত্রে একটি লোক্যাল রিসিভারকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে, চিত্রের প্রথমেই আছে এরিয়াল। এর কাজ পূর্ব্বেই বলা হয়েছে, তারপর আছে ইন্‌-পুট ষ্টেজ। অর্থাৎ টিউনিং সার্কিট। ৯৫নং চিত্রে এই সার্কিটকে অঙ্কন করা হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে এই সার্কিটে একটি কয়েল ও একটি টিউনিং কনডেন্সার ব্যবহার করা হয়েছে।

৯৫নং চিত্র—টিউনিং সার্কিট।

এদের ক্যালকুলেশন অন্যত্র দেখান হয়েছে। এই ষ্টেজের পর ডিটেক্টর ষ্টেজ। ডিটেক্টর ষ্টেজের কার্য্যকারিতাকে প্রথম খণ্ডে আলোচনা করা হয়েছে। ডিটেক্টর ষ্টেজের পর অডিও ফ্রিকোয়েন্সী এ্যামপ্লিফায়ার বা লো-ফ্রিকোয়েন্সী এ্যামপ্লিফায়ার ষ্টেজ। এর পর আরও একটি এ, এফ, এ্যামপ্লিফায়ার ষ্টেজ। এদের সকলের সঙ্গে যুক্ত আছে পাওয়ার সাপ্লাই ষ্টেজ, আর সর্ব্বশেষ ষ্টেজ স্পিকার বা রিপ্রোডিউসার। এখানে দুটি এ, এফ, এ্যামপ্লিফায়ার ষ্টেজ ব্যবহার করা হয়েছে। প্রথম ষ্টেজকে বলে ভোল্টেজ এ্যামপ্লিফায়ার ষ্টেজ, আর শেষের

ষ্টেজকে বলা হয় পাওয়ার এ্যামপ্লিফায়ার ষ্টেজ। অনেক গ্রাহক-যন্ত্রে ডিটেক্টর ষ্টেজের পূর্ব্বে রেডিও ফ্রিকোয়েন্সী এ্যামপ্লিফায়ার ষ্টেজ ব্যবহার করতে দেখা যায়। বিশেষ করে সুপারহেটেরো-ডাইন রিসিভারে এই ষ্টেজ দেখা যায়। রেডিও ফ্রিকোয়েন্সী এ্যামপ্লিফিকেশন অধ্যায়ে এ সম্বন্ধে আলোচনা করা হয়েছে।

রেডিও-গ্রাহক যন্ত্রের শ্রেণী বিভাগ (Classification of radio receiver) :—রেডিও-গ্রাহক যন্ত্রকে তার বেতার তরঙ্গ গ্রহণ ও শব্দে রূপান্তরের পদ্ধতি (principle) অনুসারে সাধারণতঃ পাঁচ ভাগে ভাগ করা হয়েছে।

১। রিজেনারেটিভ পদ্ধতি
২। রিফ্লেক্স পদ্ধতি
৩। নিউট্রোডাইন পদ্ধতি
৪। রেডিও-ফ্রিকোয়েন্সী পদ্ধতি
৫। সুপারহেটেরোডাইন পদ্ধতি

Test Questions

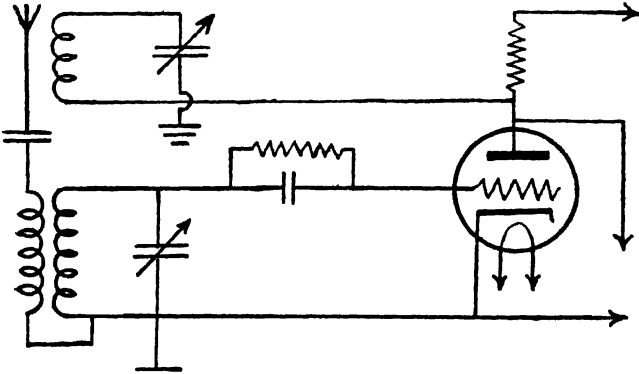
1. *What are the main difference between an AC and a DC receiver ?*
2. *If you are to change an AC receiver to Ac/Dc what you will do ? State the procedure.*
3. *Justify "Radio is a device which changes radio waves into corresponding sound."*
4. *Name the classes of radio receivers.*

অষ্টম অধ্যায়

রিজেনারেটিভ পদ্ধতি

একই সময়ে এই রিজেনারেটিভ পদ্ধতি আবিষ্কার করেন বিখ্যাত বৈজ্ঞানিক **ডাঃ লি, ডি, ফরেষ্ট ও মেজর ই, এইচ, আর্মষ্ট্রং**। কিন্তু তাঁদের মধ্যে কে যে এর প্রথম আবিষ্কর্ত্তা সে সম্বন্ধে আজও মতদ্বৈধতা রয়ে গেছে। অনেকের মতে ডাঃ লি, ডি, ফরেষ্টই এর প্রথম আবিষ্কারক। যাহা হউক এই প্রিন্সিপল্ বা পদ্ধতিকে কেন 'রিজেনারেটিভ" বলা হয় সে সম্বন্ধে আলোচনা করা প্রয়োজন।

৯৬নং চিত্রে একটি রিজেনারেটিভ সার্কিটকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, টিউবের প্লেটের সঙ্গে একটি কয়েল যুক্ত করা হয়েছে। আর ঐ কয়েলের সঙ্গে একটি ভেরিয়েবল কনডেন্সারও যুক্ত আছে। এই কয়েলটিকে **প্লেট কয়েল** বলা হয়। এর তারের পাক-সংখ্যা সাধারণতঃ টিউনিং কয়েলের তিন ভাগের এক ভাগ হয়ে থাকে। আমাদের জানা আছে যে রেডিও ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশন থেকে শূন্যের মাধ্যমে আমরা এরিয়ালে যে সিগন্যাল পাই, তা এল, এফ ও এইচ, এফ মিশ্রিত থাকে। ফলে আমাদের গ্রাহক-যন্ত্রের সাহায্যে তাকে ডিটেকশন করতে হয়। ৯৬ নং চিত্রে যে সার্কিট অঙ্কন করা হয়েছে, তা একটি ডিটেক্টর সার্কিট। এই ষ্টেজে এল্, এফ ও এইচ, এফ কিরূপে পৃথক হয় তা পূর্ব্বে বলা হয়েছে। কিন্তু সম্পূর্ণ ডিটেকশন করা কখনও সম্ভব হয় না। তাই টিউবের প্লেট থেকে আমরা যে এল, এফ, পাই তাতে কিছু এইচ, এফ থেকে যায়। এল, এফ যখন কনডেন্সারের মধ্য দিয়ে পরবর্ত্তী ষ্টেজে চলে যায়, এইচ, এফ তখন প্লেট

কয়েলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়—ফলে একটি ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সৃষ্টি হয়। এই ম্যাগনেটিক ফিল্ড, টিউনিং কয়েলের ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সঙ্গে একই ফেজ-এ থাকায় টিউনিং কয়েলে কিছু ভোল্টেজ ইন্‌ডিউসড্‌ হয়। সেইজন্য টিউনিং কয়েলটিও শক্তিশালী হয়ে উঠে; অর্থাৎ এরিয়াল থেকে যে সিগন্যাল ভোল্টেজ টিউবে আসছে তার কিছু পরিমাণ পুনরায় টিউনিং কয়েলে ফিরে যাচ্ছে—অর্থাৎ রিজেনারেট করছে। সেইজন্য এই পদ্ধতিকে বলা হয় "**রিজেনারেশন**" পদ্ধতি।

৯৬ নং চিত্র—বিজেনারেটিভ ডিটেক্টর সার্কিট।

রিজেনারেটিভ রিসিভারের যেমন সেনসিটিভিটি ও হাই এ্যামপ্লিফিকেশন থাকে তেমনি এর অসুবিধাও আছে অনেক। অনেক সময় দেখা গেছে যে, একটি রিজেনারেটিভ সেটের রিয়াকশন কনডেন্সার ঘোরালেই সেই সেটে নানারূপ ডিসটারবেন্স দেখা দেয়, সঙ্গে সঙ্গে নিকটবর্ত্তী সেটেও তার প্রভাব এসে পড়ে ও সেখানেও ডিসটারবেন্স দেখা দেয়।

তাই বিদেশে অর্থাৎ ইংলণ্ড, আমেরিকা প্রভৃতি দেশে রিজেনারেটিভ সেট ব্যবহার করা রীতি-বিরুদ্ধ। কিন্তু আমাদের দেশে লোক্যাল রিজেনারেটিভ সেটের বেশ প্রচলন দেখা যায়। অনেক স্থলে দেখা গেছে যে, রিয়াকশনকে কণ্ট্রোল করার জন্য কোন কনডেন্সার ব্যবহার করা হয়নি—ফলে বেশ অসুবিধার সৃষ্টি হয়। যখন শক্তিশালী সিগন্যাল গ্রিডে আসে তখন এ্যামপ্লিফিকেশন অর্থাৎ সাউণ্ড বেশী হয়ে যায় আর, যখন কম শক্তির সিগন্যাল আসে তখন সাউণ্ড কমে যায়। এইজন্য একটি ভেরিয়েবল কনডেন্সার ব্যবহার করা হয় (৯৬ নং চিত্রের ন্যায়) অর্থাৎ যখন শক্তিশালী সিগন্যাল আসে তখন রিয়াকশন কম করা যায় আর যখন কম শক্তির সিগন্যাল আসে তখন রিয়াকশন বাড়ান যায়। কিন্তু এই পদ্ধতিরও অসুবিধা আছে। যখন গ্রিডে বেশী এনার্জী ফিডব্যাক্ (fed back) করে তখন ঐ টিউবটি ডিটেক্টরের পরিবর্ত্তে অসিলেটরের ন্যায় কাজ করে কারণ **ফিড-ব্যাকিং প্রথাই অসিলেশন সৃষ্টির সহায়ক।** এ সম্বন্ধে অসিলেটর অধ্যায়ে আলোচনা করা হয়েছে। এখানে একটি প্রশ্ন মনে আসতে পারে যে এই সেট কি প্রকারে অপর বা নিকটবর্ত্তী সেটের উপর প্রভাব বিস্তার করে? এ সম্বন্ধে কিছু আলোচনা করা দরকার।

অসিলেটরী প্রথাতেই রেডিও ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশন অর্থাৎ ট্রান্সমিটার থেকে বিভিন্ন ফ্রিকোয়েন্সী জেনারেট বা সৃষ্টি করা হয়। সেই ফ্রিকোয়েন্সী উত্তমরূপে প্রস্তুত এরিয়ালের মধ্যদিয়ে বায়ুতে অর্থাৎ ঈথারে ছেড়ে দেওয়া হয়। বায়ু পথে ঘুরতে ঘুরতে সেই তরঙ্গ যখন আমাদের এরিয়ালে এসে ধরা দেয়—এরিয়ালে তখন তাকে সোজা গ্রাহক-যন্ত্রে পৌঁছে দেয়।

পূর্ব্ব উল্লিখিত প্রথা অনুসারে গ্রাহক-যন্ত্রে ব্যবহৃত

ডিটেক্টর টিউব যখন নিজেই একটি অসিলেটরের কাজ করে তখন সেই সেটটি একটি ছোট ট্রান্সমিটার হয়ে উঠে, আর, রিসিভিং এরিয়াল ট্রান্সমিটিং এরিয়ালে পরিণত হয়, ফলে, ইথারে ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ওয়েভসের সৃষ্টি করে। আর সেই ওয়েভস্ নিকটবর্ত্তী রিসিভারের এরিয়ালে সিগন্যাল ভোল্টেজের সৃষ্টি কোরে তার রিসেপশনকে নষ্ট করে দেয়। অবশ্য ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশনে ব্যবহৃত ট্রান্সমিটার যেরূপ শক্তিশালী সিগন্যাল ভোল্টেজ সৃষ্টি কোরে তা বায়ুতে ছেড়ে দেয় এক্ষেত্রে কিন্তু তা হয় না। এখানে সিগন্যাল ভোল্টেজের শক্তি অত্যন্ত কম থাকে তাই তা কেবলমাত্র তার নিকটবর্ত্তী গ্রাহক-যন্ত্রে প্রভাব বিস্তার করে।

Test Questions

1. *What is the significance of the name "Regenarative ?" why it is so called ?*
2. *What is the merits and demerits of Regenarative system ?*
3. *Can you generate an oscillatory frequency by this circuit ?*

নবম অধ্যায়

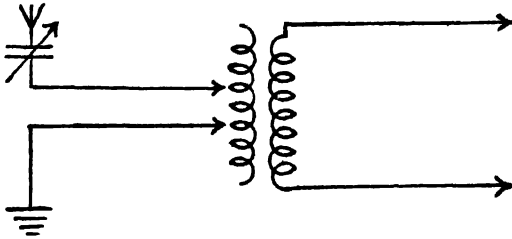
রিফ্লেক্স পদ্ধতি

বর্ত্তমান কালের অতি সুপরিচিত "সুপারহেটেরোডাইন রিসিভার" সম্বন্ধে আলোচনা করতে গেলে যে সব আনুসঙ্গিক পদ্ধতি আমাদের মনে আসে তাদের মধ্যে **রিফ্লেক্স-পদ্ধতি** বিশেষ উল্লেখযোগ্য। পূর্ব্বেই বলেছি যে রেডিও-গ্রাহক যন্ত্র একেবারেই উন্নতির শিখরে আরোহণ করেনি, স্তরে স্তরে অর্থাৎ বিভিন্ন প্রকার পদ্ধতির মাধ্যমে, বিভিন্ন বৈজ্ঞানিকের অক্লান্ত চেষ্টায় আজকের এই "সুপারহেটেরোডাইন রিসিভার"

৯৭ নং চিত্র—রিফ্লেক্স পদ্ধতিতে আর, এফ ও এ, এফ. হিসাবে ব্যবহৃত সার্কিট।

আবিষ্কৃত হয়েছে। আর এই রিসিভারের পূর্ব্বে যে সকল পদ্ধতি প্রচলিত ছিল, তা আজ প্রায় লুপ্ত হয়েছে। কিন্তু শিক্ষার্থীদের ঐ সকল পদ্ধতি সম্বন্ধে কিছু মনে রাখা প্রয়োজন। তাই এই অধ্যায়ে রিফ্লেক্স-পদ্ধতি সম্বন্ধে আলোচনা করব।

৯৭নং চিত্রে এই পদ্ধতির একটি সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, একটি টিউবকেই আর, এফ ও এ, এফ এ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে। আর ডিটেক্টর হিসাবে একটি কৃষ্টাল ব্যবহার করা হয়েছে। ভালরূপে পরীক্ষা করলেই বুঝা যাবে কেন এই পদ্ধতি প্রচলিত হতে পারেনি।

এই সার্কিটে টিউনিং-এর জটিলতা থাকায় ভালরূপে ষ্টেশন পাওয়া যায় না। আর টিউনিং করার সময় অসিলেশন দেখা দেয়। কেবলমাত্র সুবিধা এই যে, একটি মাত্র ভ্যালভেই

৯৮নং চিত্র

সকল কাজ করান হয়। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এরিয়ালে একটি ভেরিয়েবল কনডেন্সার ব্যবহার করা হয়েছে। অনেক সময় ১নং ট্রান্সফরমারের প্রাইমারী যা এরিয়াল কয়েলের কাজ করছে তা ভেরিয়েবল্ হয়ে থাকে। ৯৮নং চিত্রে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

এখন দেখা যাক কি করে এই সার্কিট কাজ করে। টিউনিং কয়েলের প্রাইমারী থেকে সিগন্যাল সেকেণ্ডারীতে ইনডিউসড্ হয়ে টিউবে আসে এবং এ্যামপ্লিফায়েড্ হয়। সুতরাং ২নং ট্রান্সফরমারের প্রাইমারীর মধ্য দিয়ে রেডিও

ফ্রিকোয়েন্সী কারেন্ট প্রবাহিত হয়ে C_2 কনডেন্সারের মধ্যদিয়ে সার্কিট সম্পূর্ণ করে। ২নং ট্রান্সফরমারের সেকেণ্ডারী, কৃষ্টাল ডিটেক্টর এবং ৩নং ট্রান্সফরমারের প্রাইমারী অপর একটি সম্পূর্ণ সার্কিটের সৃষ্টি করে। এ্যাম্প্লিফায়েড আর্, এফ্ সিগন্যাল ২নং ট্রান্সফরমারের প্রাইমারী থেকে ইন্‌ডিউস্‌ড হয়ে সেকেণ্ডারীতে আসে, সেখানে কৃষ্টাল ডিটেক্টর ঐ আর, এফ্ সিগন্যালকে রেক্‌টিফাই করে এ, এফ সিগন্যালে পরিণত করে। অর্থাৎ এখানেই ডিটেকশনের কাজ সম্পূর্ণ হয়। এখন এ, এফ সিগন্যাল ৩নং ট্রান্সফরমারের প্রাইমারী থেকে সেকেণ্ডারীতে ইন্‌ডিউস্‌ড হয়। সেকেণ্ডারী, টিউবের গ্রিডের সঙ্গে যুক্ত থাকায় সিগ্‌ন্যাল গ্রিডে আসে ও টিউব দ্বারা এ্যামপ্লিফায়েড হয়ে হেডফোনে গান বাজনার সৃষ্টি করে।

মোটামুটিভাবে দেখতে গেলে মনে হয় এই প্রথা অত্যন্ত সহজ। কিন্তু প্র্যাক্‌টিক্যাল কাজে এই সার্কিট একেবারেই সহজ নয়। প্র্যাক্‌টিক্যাল কাজের সময় বহু প্রকার সমস্যা দেখা দেয় ও কাজে অসুবিধার সৃষ্টি করে, ফলে অত্যন্ত সাবধানতার দরকার হয়। আর পূর্ব্বেই বলেছি সেট বাজাবার সময়ও অত্যন্ত সূক্ষ্মরূপে টিউনিং করতে পারলে তবে ভাল আওয়াজ পাওয়া যায়। কিন্তু এই সকল কাজ অত্যন্ত কষ্টসাধ্য—সেইজন্য এই সার্কিট অধিক সমাদর লাভ করতে পারে নি।

Test Questions

1. *What is the first circuit invented in the development of superheterodyne receiver ?*
2. *State the working principle of the circuit mentioned in the diagram No. 97.*
3. *Why the Reflex principle is out of date ?*

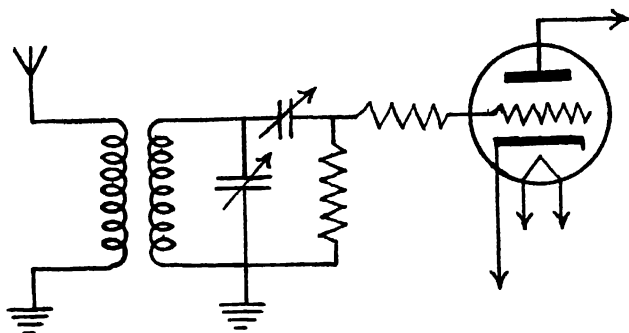
দশম অধ্যায়

নিউট্রোডাইন পদ্ধতি

অন্যান্য পদ্ধতির ন্যায় এই নিউট্রোডাইন পদ্ধতিও আজ লুপ্ত হয়ে গেছে। কিন্তু একদিন এই নিউট্রোডাইন পদ্ধতিই বিশ্ব-বৈজ্ঞানিকদিগের সম্মুখে এক অতি দুরূহ সমস্যার সমাধান করেছিল। যে সময়ে রেডিও ফ্রিকোয়েন্সী এ্যামপ্লিফিকেশন পদ্ধতি প্রচলিত ছিল, সেই সময়েই এই নিউট্রোডাইন পদ্ধতি আবিষ্কৃত হয়। পূর্ব্বেই বলেছি যে, রেডিও ফ্রিকোয়েন্সী এ্যামপ্লিফিকেশন পদ্ধতি বৈজ্ঞানিকগণকে অত্যন্ত বিপদগ্রস্ত করে তুলেছিল। সেই বিপদ থেকে উদ্ধার পেতে গিয়েই বিখ্যাত বৈজ্ঞানিক **প্রফেসার হেজেলটিন** (Professor Hazeltine) এই নিউট্রোডাইন পদ্ধতির আবিষ্কার করেন। এই পদ্ধতি, রেডিও ফ্রিকোয়েন্সী পদ্ধতির উন্নততররূপ। রেডিও ফ্রিকোয়েন্সী ষ্টেজে গ্রিডে এনার্জী ফিড্-ব্যাক্ কোরে যে অসিলেশনের সৃষ্টি করে, এই পদ্ধতির দ্বারা তা দূর করা হয় বা "নিউট্রোলাইজ" করা হয়। একটি কনডেন্সারকে এই "নিউট্রোলাইজ" করার কাজে ব্যবহার করা হয়। তাই, সেই কনডেন্সারকে বলা হয় **"নিউট্রোডনস্"** আর সমগ্র পদ্ধতিকে বলা হয় **"নিউট্রোডাইন পদ্ধতি"**।

প্রফেসার হেজেলটিন লক্ষ্য করেছিলেন যে, কোন সার্কিটে প্লেট থেকে গ্রিডে এনার্জি ফিড-ব্যাক করলেই অসিলেশনের সৃষ্টি হয়—ঠিক রিজেনারেটিভ্ রিসিভারে যা হয়ে থাকে। কিন্তু এক্ষেত্রে অর্থাৎ আর, এফ এ্যামপ্লিফায়ার ষ্টেজে ফিডব্যাক টিউবের অভ্যন্তরেই সম্পূর্ণ হয়ে যায়, যার ফলে অসুবিধার সৃষ্টি করে। আর এই ফিড-ব্যাক সহজে বন্ধ করা

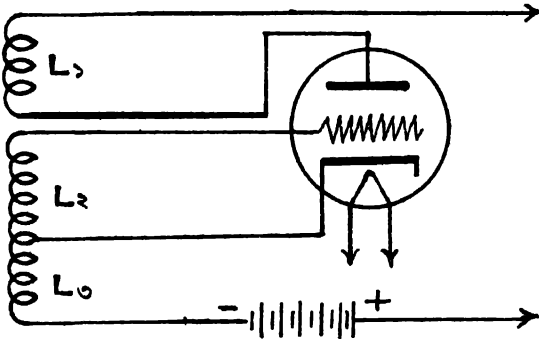
যায় না অথবা প্রায় অসম্ভব বললেই চলে ; কারণ টিউবের আভ্যন্তরীণ এলিমেন্টগুলির ক্যাপাসিটির জন্যই এই ফিড-ব্যাক্ হয়ে থাকে।

এই অপ্রয়োজনীয় অসিলেশন দূর করতে হলে প্লেট থেকে গ্রিড সার্কিটে ফিড-ব্যাকিং বন্ধ করা অর্থাৎ "নিউট্রোলাইজ" করা প্রয়োজন। তাই গ্রিডের পূর্ব্বে একটি রেজিষ্ট্যান্স যোগ করা হল। ৯৯নং চিত্রে তা দেখান হয়েছে। এই রেজিষ্ট্যান্সের কাজ হলো টিউনিং সার্কিটে 'লস্'-এর সৃষ্টি করা এবং ফিড-ব্যাকিং এনার্জীকে ঐ টিউবের

৯৯নং চিত্র

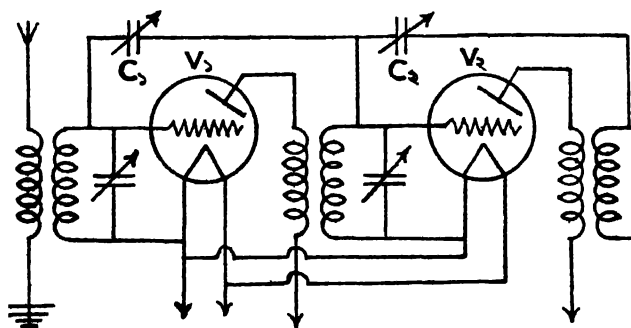
মধ্যেই আবদ্ধ করে রাখা। এই রেজিষ্ট্যান্সটি প্রায় ২০০ থেকে ৮০০ ওমস্-এর মধ্যে ব্যবহার করা হত। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, ঐ রেজিষ্ট্যান্সটি টিউনিং সার্কিটের খুব বেশী ক্ষতি করে না, কিন্তু গ্রিডে যে ভোল্টেজ দেওয়া হয় তাকে বেশ কমিয়ে দেয়। এখন চিন্তা করলে দেখা যাবে যে, ফিড-ব্যাকিং এনার্জী প্রথমেই ঐ রেজিষ্ট্যান্সের সম্মুখীন হয় ফলে বাধা প্রাপ্ত হয়ে ঐ টিউবেই রয়ে যায় আর

অসিলেশনও বন্ধ হয়ে যায়। কিন্তু এই সার্কিট থেকে ভাল ফল পেতে হলে প্র্যাকটিক্যাল কাজের সময় এই রেজিষ্ট্যান্সকে গ্রিডের যত কাছে যুক্ত করা যায় তত কাছে যুক্ত করতে হবে। কারণ তা না হলে গ্রিড থেকে রেজিষ্ট্যান্স-এর মধ্যে যে দূরত্ব থাকবে তার মধ্য দিয়েই ঐ ফিড্-ব্যাকিং এনার্জী ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক ইনডাকশন দ্বারা টিউনিং সার্কিটের উপর প্রভাব বিস্তার করবে। হাই-ফ্রিকোয়েন্সী এই রেজিষ্ট্যান্স ভাল কাজ দেয়, কারণ হাই-ফ্রিকোয়েন্সীতেই টিউব অসিলেট্ করে। কিন্তু এই রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহারের অসুবিধা হচ্ছে যে গ্রিড সার্কিটে এই রেজিষ্ট্যান্স বেশ 'লস'-এর সৃষ্টি করে, ফলে ঐ সার্কিটের এ্যামপ্লিফিকেশনও বেশ কমে যায়। আরও একটি অসুবিধা হচ্ছে যে, এই রেজিষ্ট্যান্স টিউনিং সার্কিটের সিলেক্‌টিভিটি নষ্ট করে দেয়, ফলে রিসিভারে ভাল আওয়াজ পাওয়ার জন্য অনেকগুলি আর, এফ এ্যামপ্লিফায়ার ষ্টেজ ব্যবহার করতে হয়, তাই নিউট্রোলাইজেশনের কাজে এই প্রথা বিশেষ সমর্থন লাভ করতে পারে নি।

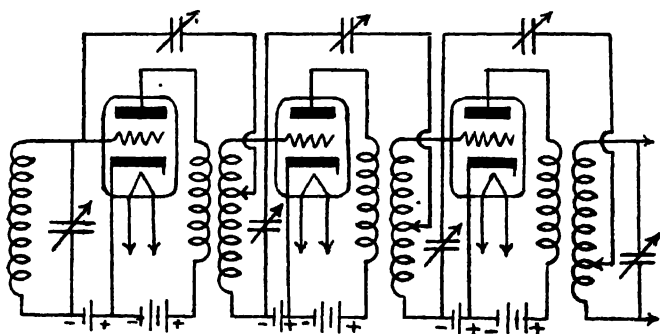
অপর এক উন্নততর উপায়ে এই নিউট্রোলাইজেশনের কাজ করান হয়। সেই উপায়টি হচ্ছে যে, টিউবের ভিতরে যে পরিমাণ অপ্রয়োজনীয় ফিড্-ব্যাকিং এনার্জীর সৃষ্টি হয় টিউবের গ্রিডেও ঠিক সেই পরিমাণ এনার্জী দেওয়া হয়। কিন্তু এই এনার্জীটি হয় ঠিক বিপরীত ফেজ (opposite phase)-এর অর্থাৎ টিউবের ভিতরে যে ফেজ-এর এনার্জীর সৃষ্টি হয়—গ্রিডে তার বিপরীত ফেজ-এর এনার্জি দেওয়া হয়। ফলে দুটি এনার্জীই পরস্পর পরস্পরকে নষ্ট করে দেয়। তাই সার্কিটটি অসিলেট করতে পারে না। এখন দেখা যাক কি উপায়ে ঐ সার্কিটটি কাজ করে। ১০০নং চিত্রে সার্কিটটি দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা

যাবে যে, চিত্রের ১নং ও ২নং কয়েল একটি সাধারণ রিজেনারে-টিভ সার্কিটের সৃষ্টি করে। ২নং কয়েলের শেষ ভাগ থেকে অপর একটি কয়েল ভাগ করে নেওয়া হয়েছে। আমাদের জানা আছে যে, রিজেনারেটিভ কয়েল টিউনিং কয়েলে ভোল্টেজ ইনডিউস করে। এখন ৩নং কয়েলকে এইরূপ ভাবে জড়ান হয় যে, রিজেনারেটিভ কয়েলটি টিউনিং কয়েলে যে ভোল্টেজ ইনডিউস্ করে, এই ৩নং কয়েলটির ইনডিউস ভোল্টেজ ঠিক তাব বিপরীতধর্ম্মী (ফেজ-এর) হয়।

১০০ নং চিত্র

১০১নং চিত্রে আর একটি সার্কিট অঙ্কন করা হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, চিত্রে দুটী ভেরিয়েবল কনডেন্সার ব্যবহার করা হয়েছে। এই কনডেন্সারগুলিকেই বলা হয় "**নিউট্রোডন্স্**"। এখন দেখা যাক সার্কিটটি কি প্রকারে কাজ করছে। সিগন্যাল যখন প্রথম টিউবের প্লেটে এসে উপস্থিত হয়, তখন আভ্যন্তরীণ ক্যাপাসিটির জন্য তার কিছু ফিড্-ব্যাক করে। কিন্তু অধিকাংশই আর, এফ কয়েলেব প্রাইমারীতে এসে উপস্থিত হয় এবং সেকেণ্ডারীতে

ইনডিউসড্ হয়। কিন্তু কয়েলটি এইরূপ ভাবে জড়ান থাকে যে, পরবর্ত্তী গ্রিডে যে ভোল্টেজ এসে উপস্থিত হয়, তা প্রাইমারী কয়েলের ভোল্টেজের সঙ্গে ১৮০° আউট্-অব ফেজ্-এ থাকে। তাই এই দুটি ভোল্টেজও পরস্পর বিপরীতধর্ম্মী হয়। এখন ঐ সেকেণ্ডারীর সঙ্গে ভেরিয়েবল কনডেন্সার $C_১$ যুক্ত থাকায় ঐ সেকেণ্ডারী কয়েল থেকে কিছু এনার্জী পূর্ব্ববর্ত্তী টিউব $V_২$ এর গ্রিডে চলে আসে। পূর্ব্বেই বলেছি যে সিগন্যাল যখন টিউব মধ্যস্থিত প্লেটে এসে পৌঁছায় তখন কিছু এনার্জী গ্রিডে ফিড-ব্যাক

১০১ নং চিত্র

করে। সুতরাং সেই এনার্জী গ্রিডে সংযুক্ত কয়েলের মধ্য দিয়ে বিপরীত পথে প্রবাহিত হওয়ার চেষ্টা করে। যদি এই প্রবাহ পথ সুগম থাকে তবেই অসিলেশনের সৃষ্টি হয়। কিন্তু এক্ষেত্রে ঐ ফিড-ব্যাকিং এনার্জী প্রবাহিত হওয়ার পথে বাধা পায় কারণ, পূর্ব্বেই বলেছি যে, পরবর্ত্তী টিউব $V_২$ এর গ্রিড থেকে বিপরীত ফেজ-এর কিছু এনার্জী $C_১$ কনডেন্সারের মধ্য দিয়ে পূর্ব্ববর্ত্তী টিউব $V_১$ এর গ্রিডে দেওয়া হয়

ফলে, যদি ফিড-ব্যাকিং এনার্জী ও পরবর্ত্তী গ্রিড থেকে নেওয়া বিপরীত ফেজ-এর এনার্জী সম শক্তি সম্পূর্ণ হয় তবে উভয়েই নষ্ট হয়ে যায়, কেহই প্রবাহিত হওয়ার পথ পায় না। উদাহরণ দিয়ে বুঝালে বিষয়টি আরও পরিষ্কার হবে। ধরা যাক যে, কোন একটি লোক আপনার অসুবিধার সৃষ্টি করছে তাকে বিনষ্ট করতে হবে। এমন একজন লোককে সে কাজে নিয়োগ করা হল যে, তিনি শক্তিতে পরবর্ত্তী লোকটির সমান। এখন যদি ঐ দুটি লোকের মধ্যে দৈহিক কলহের সৃষ্টি হয় তবে দেখা যাবে যে, কেহই কাহাকেও

১০২ নং চিত্র

পরাস্ত করতে পারছে না। ফলে এমন এক সময় আসবে যখন উভয়েই শক্তিহীন হয়ে পড়বে। এক্ষেত্রেও ঠিক তাই হয়।

নিউট্রোলাইজিং-এর কাজে ভেরিয়েবল কনডেন্সার ব্যবহার করা হয়েছে কারণ যে পরিমাণ এনার্জী ফিড-ব্যাক করবে এই কনডেন্সারকে ভ্যারি করে সেই পরিমাণ বিপরীতধর্ম্মী এনার্জীই পরবর্ত্তী গ্রিড থেকে নেওয়া হবে। এখন যদি

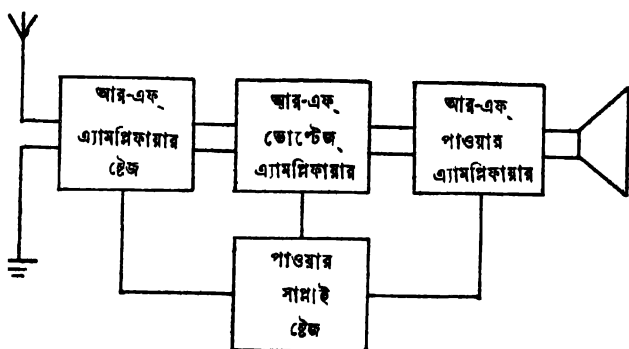
কয়েলের প্রাইমারীর ও সেকেণ্ডারীর তারের পাক সংখ্যা এক হয় তবে ঐ নিউট্রোলাইজিং কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি হবে টিউবের আভ্যন্তরীণ ক্যাপাসিটির সমান। কিন্তু এর ব্যতিক্রমও দেখা যায়। ১০২নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, নিউট্রোলাইজিং কনডেন্সারটি কোন কয়েলের মধ্যভাগে, কোন কয়েলের উপরিভাগে আবার কোন কয়েলের নীচের দিকে যুক্ত আছে। এই পার্থক্য—সার্কিট ও কয়েলের ডিজাইন-এর উপর নির্ভর করে।

Test Questions

1. *Who was the inventor of Neutrodyne principle ?*
2. *What is the name given to the condenser used for Nuetrodyne purpose ?*
3. *What are the difficulties arises in the Neutrodyne circuit ?*

একাদশ অধ্যায়

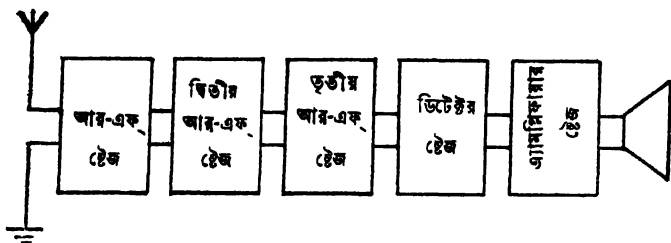
আর, এফ, এ্যামপ্লিফিকেশন পদ্ধতি

পূর্ব্বেই বলেছি রেডিও ফ্রিকোয়েন্সী এ্যাম্প্লিফিকেশন ষ্টেজ সাধারণতঃ ডিটেক্টর ষ্টেজের পূর্ব্বে ব্যবহৃত হয়। অনেক সুপারহেটোরোডাইন রিসিভারে মিক্সার (Mixer) এর পূর্ব্বেও এই ষ্টেজ দেখা যায়। এ্যাম্প্লিফায়ারে এই রেডিও ফ্রিকোয়েন্সী ষ্টেজের প্রয়োজন হয়। নিম্নে ১০৩নং চিত্রে একটি এ্যাম্প্লিফায়ারের চিত্রকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে—চিত্রে

১০৩নং চিত্র—আর, এফ, এ্যামপ্লিফায়ার সার্কিটের ব্লক ডায়গ্রাম।

মোট পাঁচটি ষ্টেজ আছে প্রথম হচ্ছে আর, এফ, এ্যামপ্লিফায়ার, দ্বিতীয়—আর, এফ ভোল্টেজ এ্যামপ্লিফায়ার, তৃতীয়—আর, এফ্ পাওয়ার এ্যামপ্লিফায়ার। সর্ব্বশেষ স্পীকার ও পাওয়ার সাপ্লাই ষ্টেজ।

সুপারহেটেরোডাইন রিসিভার আবিষ্কারের পূর্ব্বে এক-প্রকার রিসিভারের প্রচলন ছিল যাকে বলা হয় T. R. F.

বা টিউণ্ড-রেডিও ফ্রিকোয়েন্সী রিসিভার। এখনও এই সকল রিসিভার বাজারে দেখা যায় তবে তার প্রচলন কম। এই রিসিভারের একটি ব্লক-ডায়গ্রাম ১০৪ নং চিত্রে দেওয়া হল। চিত্রে লক্ষ্য করলে দেখা যাবে প্রথমে পরপর তিনটি, আর, এফ ষ্টেজ আছে। পরে ডিটেক্টর ও অডিও এ্যামপ্লিফায়ার ষ্টেজ। এই ষ্টেজের তথ্য আলোচনা করবার পূর্ব্বে রেডিওর কাজে এর প্রয়োজনীয়তা কি তা জানা দরকাব।

আর-এফ-এ্যাম্‌প্লিফায়ারের প্রয়োজনীয়তা (Usefulness of R. F. amplifier)—প্রথমেই গভীবে না গিয়ে বেতার গ্রাহক যন্ত্রের সর্ব্ব প্রথম স্তর কৃষ্টাল সেট থেকে আলোচনা সুরু কবা যাক্। "বেতার-তথ্য"-এর প্রথম খণ্ডে যে কৃষ্টাল সটের

১০৪নং চিত্র—টিউণ্ড-রেডিও ফ্রিকোয়েন্সী বিসিভারের ব্লক ডাযগ্রাম।

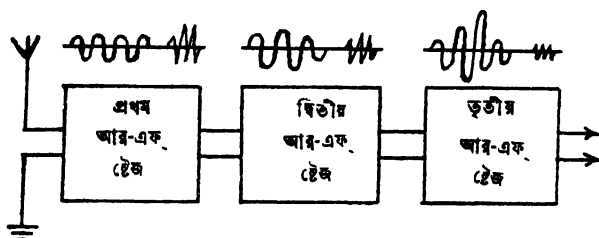
চিত্র দেওয়া হয়েছে তা লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে একটি টিউনিং সার্কিটের সাহায্যে প্রয়োজনীয় ষ্টেশনকে অপর সকল ষ্টেশন থেকে বেছে নিয়ে তা ডিটেক্টর ষ্টেজে সরবরাহ করা হচ্ছে। ফলে হেডফোনে সেই ষ্টেশন শোনা যাচ্ছে। আরও লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে এই সার্কিটে কোন ভোল্টেজ এ্যামপ্লি-ফিকেশনের ব্যবস্থা নাই তবে টিউনিং সার্কিট থেকে অল্প গেন (Gain) পাওয়া যায়। এ থেকে বুঝা যাচ্ছে যে,

হেডফোনে কতটা জোরে আওয়াজ শুনা যাবে তা নির্ভর করে এরিয়াল সার্কিট থেকে পাওয়া সিগন্যালের শক্তির উপর।

এর পর আসা যাক্ এক-ভ্যালভ রিসিভারে। পূর্ব্বের কৃষ্টাল ডিটেক্টরের পরিবর্ত্তে এখানে একটি ভ্যাকুয়াম টিউব ব্যবহার করা হয়েছে। ভ্যাকুয়াম টিউব কেবলমাত্র ডিটেক-শনেরই কাজ করে না ইন্-পুট সিগন্যাল ভোল্টেজকে কিছু পরিমাণ এ্যাম্প্লিফাইও করে। সেইজন্য কৃষ্টাল সেটের বেলায় হেডফোনে যে আওয়াজ পাওয়া গিয়েছিল এই সেটের বেলায় তার চেয়ে আওয়াজ কিছু বেশী হয়। কিন্তু আজকের দিনে শ্রোতারা চান জোরে আওয়াজ শুনতে আর দূরের ষ্টেশন ধরতে ; এ কাজ হেডফোন দ্বারা হতে পারে না। এরজন্য লাউড-স্পীকারের প্রয়োজন। কিন্তু লাউড-স্পীকারকে সুন্দররূপে কাজ করাতে গেলে হেডফোন অপেক্ষা অধিক শক্তিশালী কারেণ্টের প্রয়োজন হয়—যা কেবল এরিয়াল সার্কিট সরবরাহ করতে পারে না। তাই অন্য কোন প্রকারে স্পীকারে উপযুক্ত এনার্জী সরবরাহ করতে হয়। এই এনার্জীকে এরূপ ভাবে আয়ত্তে রাখতে হয় যাতে এর স্পন্দন-হার অনেকটা এরিয়ালে আঘাত প্রাপ্ত হাই-ফ্রিকোয়েন্সী ভোল্টেজের স্পন্দন হারের সমান হয়। এই যে কৃত্রিম উপায়ে এনার্জী সরবরাহ করা হয় তা সাধারণতঃ একটি ভ্যাকুয়াম টিউবকে এ্যাম্প্লিফায়ার হিসাবে ব্যবহার করেই করা হয়।

এখন সমস্যা হচ্ছে এই এ্যামপ্লিফিকেশন ষ্টেজকে কোথায় যুক্ত করা যায়। এ সম্বন্ধে দুটি উপায় অবলম্বন করা যায়। ডিটেক্টরের পূর্ব্বে অথবা পরে। এরিয়াল থেকে যে কম শক্তির রেডিও সিগন্যাল পাওয়া যায় সেই সিগন্যাল ডিটেক্টরে

পৌঁছিবার পূর্ব্বেই তাকে এ্যামপ্লিফাই করা যায়। এই এ্যামপ্লিফিকেশনকেই বলে **রেডিও-ফ্রিকোয়েন্সী এ্যামপ্লি-ফিকেশন**। তবে ডিটেক্টরের পর ঐ সিগন্যালকে যে আর এ্যাম্‌প্লিফাই করার দরকার হয় না একথা বলি না। কারণ, ডিটেকশনের পর সিগন্যাল আবার কিছু শক্তি হারিয়ে ফেলে তাই এখানেও এ্যাম্‌প্লিফিকেশনের প্রয়োজন হয়। এ সম্বন্ধে পরে আলোচনা করা যাবে।

এরিয়াল থেকে পাওয়া কম শক্তির সিগন্যালকে ডিটেক-শনের পূর্ব্বে এ্যামপ্লিফাই করার অনেক কারণ আছে। প্রথম হচ্ছে যে ডিটেক্টর টিউবের গ্রিডে যে সিগন্যাল দেওয়া

১০৫নং চিত্র

হয় তা যদি কম শক্তির হয় তবে ভাল ডিটেকশন হয় না। আরও একটি কারণ হচ্ছে যে গ্রাহক-যন্ত্রে যদি একটি মাত্র টিউনিং সার্কিট থাকে তবে বিভিন্ন ফ্রিকোয়েন্সীর সিগন্যালকে পৃথক করা অসম্ভব হয়ে পড়ে। পূর্ব্বেই বলা হয়েছে যে বিভিন্ন ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশন থেকে ভিন্ন ভিন্ন ফ্রিকোয়েন্সীব সিগন্যাল আমাদের এরিয়ালে এসে ভিড় করে। কিন্তু তাদের মধ্যে একটিকে আমাদের বেছে নিতে হয়। ১০৫নং চিত্রে উদাহরণ দিয়ে বুঝান হয়েছে। ধরা যাক্, আমরা ১000

কিলোসাইক্লস-এর ষ্টেশনটি ধরতে চাই। তাই প্রথম আর, এফ, ষ্টেজটিকে ঐ নির্দ্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সীতে টিউণ্ড করা হল। কিন্তু এত আয়োজন সত্ত্বেও ১০১০ কিঃ সাঃ এর ফ্রিকোয়েন্সীটিও কিছু পরিমাণ এ্যাম্প্লিফায়েড হবে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে তিনটি আর, এফ ষ্টেজ ব্যবহার করা হয়েছে। প্রথম ষ্টেজে ১০০০ ও ১০১০ কিঃ সাঃ এর ফ্রিকো-য়েন্সী দুটিই এ্যামপ্লিফায়েড হবে। দ্বিতীয় ষ্টেজে কিন্তু ১০০০ কিঃ সাঃ এর ফ্রিকোয়েন্সীটিই এ্যামপ্লিফায়েড হবে আর ১০১০ কিঃ সাঃ এর ফ্রিকোয়েন্সীটি কমতে থাকবে। তৃতীয় ষ্টেজে ১০০০ কিঃ সাঃ সিগন্যালটি বেশী এ্যামপ্লিফায়েড হবে কিন্তু ১০১০ কিঃ সাঃ সিগন্যালটি প্রায় নিঃশেষ হয়ে যাবে। এইবার ঐ ফ্রিকোয়েন্সীটিকে ডিটেক্টর ষ্টেজে দিলে ডিটেকশন ভাল হবে।

এখন ধরা যাক কোন আর, এফ, ষ্টেজ ব্যবহার না করে সিগন্যালকে ডিরেক্ট ডিটেকটর ষ্টেজে দিয়ে দেওয়া হল। ফলে ১০০০ ও ১০১০ কিঃ সাঃ উভয় কম শক্তির ফ্রিকোয়েন্সীই ডিটেকটর ষ্টেজে যাবে। পরে ঐ কম শক্তির সিগন্যালকে এ্যামপ্লিফাই করলে উভয়েই একসঙ্গে এ্যাম্প্লিফায়েড হবে। আর ঐ সিগন্যাল একবার ডিটেকটর ষ্টেজ পার হলে তাদেরকে পৃথক করা প্রায় অসম্ভব হয়ে পড়বে।

অতএব এই আলোচনা থেকে বুঝা যায় যে, কোন রিসিভারে * সেনসিটিভিটি আর † সিলেকটিভিটি পেতে হলে আর, এফ ষ্টেজ কত প্রয়োজনীয়।

---

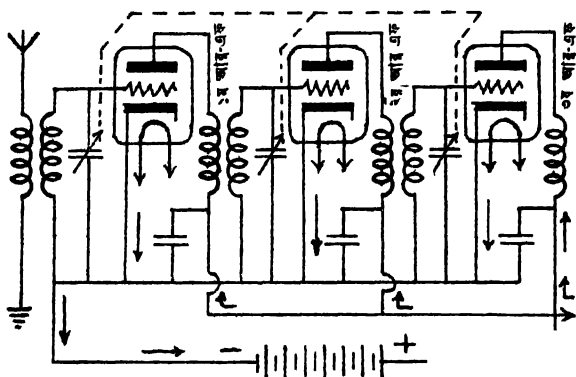
* সেনসিটিভিটি হচ্ছে কম শক্তির সিগন্যালকে উত্তমরূপে ডিটেক্ট করার ক্ষমতা।

† সিলেকটিভিটি হচ্ছে বহু মিশ্রিত ফ্রিকোয়েন্সী থেকে একটিকে বেছে নেওয়ার ক্ষমতা।

শ্রেণী বিভাগ (Classification)—আর, এফ্ এ্যাম্প্লি-ফিকেশন সাধারণতঃ দুই প্রকারের হয়ে থাকে।

১। **টিউণ্ড আর, এফ্**

২। **আন্-টিউণ্ড আর, এফ্**

এই দুটির মধ্যে পার্থক্য হচ্ছে যে টিউণ্ড রেডিও ফ্রিকোয়েন্সী রিসিভারে কণ্ট্রোল-গ্রিড এইরূপ থাকে যে তাকে যে কোন নির্দ্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সীতে টিউণ্ড করা যায়। আর এই কাজ করা

১০৬ নং চিত্র—একটি টি, আর, এফ, রিসিভারের সার্কিট।

হয় টিউনিং কনডেন্সার দ্বারা। কিন্তু দ্বিতীয়টিতে আর, এফ্ ষ্টেজকে টিউণ্ড করার জন্য কোন ভেরিয়েবল কনডেন্সার থাকে না।

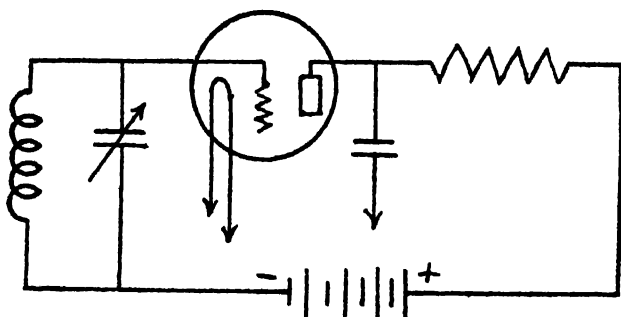
টিউণ্ড আর, এফ্—(Tuned R. F.)—১০৬নং চিত্রে একটি টি, আর, এফ্ রিসিভারের চিত্র দেওয়া হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে তিনটি আর, এফ্ ষ্টেজ একটি তিন-গ্যাং কনডেন্সার দ্বারা টিউণ্ড হচ্ছে। এই তিন-গ্যাং কনডেন্সারকে সার্কিটে ডটেড্ লাইন দ্বারা দেখান হয়েছে।

চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে প্রথম আর, এফ ষ্টেজের গ্রিড এবং ক্যাথোড, টিউনিং কনডেন্সারের সঙ্গে প্যারাল্যালে আছে। বি-সাপ্লাই বা প্লেট সাপ্লাই, অপর আর, এফ, ট্রান্সফরমারের প্রাইমারী, প্লেট ও ক্যাথোড সার্কিটের অপর অংশ পূর্ণ করছে। এরিয়াল থেকে আর্থে যাবার পথে কারেন্ট আর, এফ, ট্রান্সফরমারের প্রাইমারীতে ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সৃষ্টি করছে, ফলে সেকেণ্ডারীতেও এক প্রকার অল্টারনেটিং কারেন্টের সৃষ্টি হচ্ছে। এখন কনডেন্সারের টিউনিং অনুযায়ী নির্দ্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সীই অনায়াসে প্রবাহিত হচ্ছে। যেহেতু টিউবের গ্রিড ও ক্যাথোড কনডেন্সারের সঙ্গে প্যারাল্যালে আছে সেইজন্য সেখানেও একই ফ্রিকোয়েন্সী ভেরিযেবল ভোল্টেজের সৃষ্টি হবে। এই ভোল্টেজ টিউবকে প্লেট কারেন্টকে কন্ট্রোল করবে। আবার অপব ষ্টেজেব প্রাইমারী পূর্ব্বের ষ্টেজের সহিত যুক্ত থাকায় সেখানেও তাব সেকেণ্ডাবীতে অনুরূপ ভোল্টেজের সৃষ্টি হবে। এখন এই যে ভোল্টেজ যা দ্বিতীয় ষ্টেজেব গ্রিডে দেওয়া হবে তা প্রথম ষ্টেজ অপেক্ষা আরও শক্তিশালী হবে।

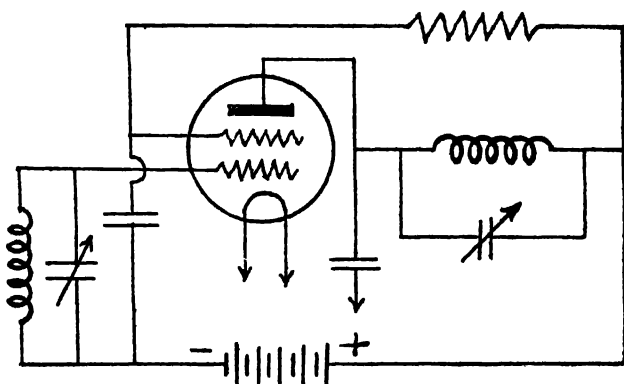
চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে প্রত্যেকটি টিউব তাব গ্রিড ও প্লেট সার্কিট দ্বাবা একটি সম্পূর্ণ এ্যামপ্লিফায়ার ষ্টেজেব সৃষ্টি কবছে। প্রত্যেক ষ্টেজই অপর ষ্টেজ অপেক্ষা সম্পূর্ণ পৃথক। তাদের মধ্যে একমাত্র যোগ হচ্ছে ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক-ইন্‌ডাকশন্। আরও লক্ষ্য কবলে দেখা যাবে যে প্রত্যেকটি ষ্টেজই টিউণ্ড। সেইজন্য এই বিসিভাবকে বলা হয় **"টিউণ্ড রেডিও ফ্রিকোয়েন্সী রিসিভার"**।

আর, এফ, এ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে ট্রায়োডের ব্যবহার (Use of Triode as R. F. Amplifier) :—আর, এফ এ্যামপ্লিফিকেশনের কাজে কিছুদিন পূর্ব্বেও ট্রায়োডের ব্যবহার ছিল। কারণ তখন অপর কোন উপায় ছিল না। কিন্তু

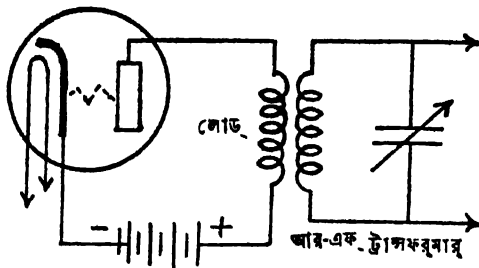
স্ক্রিন-গ্রিড টিউবের আবিষ্কারের সঙ্গে সঙ্গে ট্রায়োড ভ্যালভের প্রচলন দেখা যায় না। স্ক্রিন-গ্রিড টিউবের সুবিধা জানতে হলে ট্রায়োডের কাজ সম্বন্ধে কিছু জানা দরকার।

প্লেট-গ্রিডের হাই ক্যাপাসিটির জন্য এই ভ্যালভকে হাই-ফ্রিকোয়েন্সীর কাজে ব্যবহার করা যায় না। ১০৭ নং চিত্রে একটি ট্রায়োড টিউব যুক্ত এ্যামপ্লিফায়ার সার্কিটকে অঙ্কন করা হয়েছে। এখানে লোড হিসাবে একটি রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করা হয়েছে। কিন্তু রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করার অসুবিধা আছে। আমরা জানি **লোড-রেজিষ্ট্যান্স যত বেশী ভ্যালুর হবে প্লেট**

১০৭নং চিত্র—এ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে ট্রায়োডের ব্যবহার।

ভোল্টেজ তত কম হবে। কিন্তু প্লেট ভোল্টেজ কম হলেই সিগন্যাল আউট্ পুটও কম হয়ে যাবে। স্ক্রিন-গ্রিড টিউবের প্লেট-গ্রিড ক্যাপাসিটি হচ্ছে প্রায় ·০০১ $\mu\mu fd$ কিন্তু ট্রায়োডের ক্যাপাসিটি হচ্ছে ১০ $\mu\mu fd$ অর্থাৎ প্রায় ১০০০ গুণ বেশী। তাই অডিও-ফ্রিকোয়েন্সী কারেন্ট এর মধ্য দিয়ে প্রায় প্রবাহিত হতে পারে না। কিন্তু হাই-ফ্রিকোয়েন্সী এর মধ্য দিয়ে অনায়াসে প্রবাহিত হতে পারে—যদি লোড ইন-

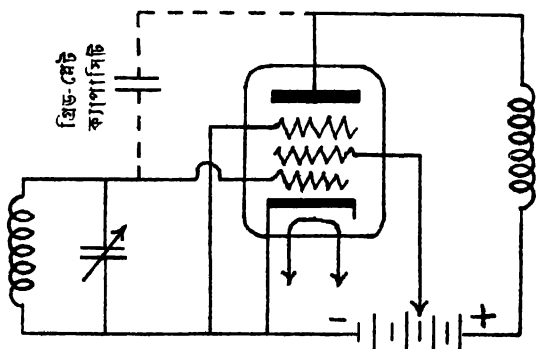
ডাকটিভ হয় তবে টিউণ্ড-সার্কিটে যে কারেণ্ট ফিড-ব্যাক্ করবে তা আসলে ভোল্টেজের সঙ্গে যুক্ত হয়ে টিউনিং সার্কিটের মোট ভোল্টেজকে বাড়িয়ে দেবে। এই যে বেশী ভোল্টেজ যা আসল ভোল্টেজের সঙ্গে যুক্ত হয়েছে তা যদি বেশী শক্তিশালী হয় তা হলে টিউবটি অসিলেট করবে। টিউবকে এই অপ্রয়োজনীয় অসিলেশনের হাত থেকে বাঁচাতে হলে কোন প্রকারে কিছু এনার্জী নষ্ট করে দিতে হবে—

১০৮ নং চিত্র—এ্যামপ্লিফাযাব হিসাবে টেট্রোডের ব্যবহার।

কিন্তু ট্রায়োড-ভ্যালভে তা সম্ভব নয়। প্লেট ও গ্রিডের মধ্যে অপর একটি ইলেকট্রোডকে যুক্ত করে এই কাজ করান হয়। এই ইলেকট্রোডকে বলে স্ক্রিন-গ্রিড। এ সম্বন্ধে প্রথম খণ্ডে আলোচনা করা হয়েছে। ১০৮নং চিত্রে এ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে একটি টেট্রোড টিউবকে ব্যবহার করা হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে এই ইলেকট্রোড ও নেগেটিভের মধ্যে একটি কনডেন্সার যুক্ত করা হয়েছে।

বেতার গ্রাহক-যন্ত্রের ক্রমবিকাশের সঙ্গে সঙ্গে দেখা গেছে যে আর, এফ বা হাই-ফ্রিকোয়েন্সী এ্যামপ্লিফিকেশনের কাজে টেট্রোড টিউবই যে উৎকৃষ্ট এ কথা বলা যায় না। এই টিউবেও অনেক বাধা আছে। তাদের মধ্যে প্রধান হচ্ছে **"সেকেণ্ডারী এমিশন"**—এ সম্বন্ধে প্রথম খণ্ডে আলোচনা করা হয়েছে। এ অসুবিধা দূর করা হয়েছে তৃতীয় এক গ্রিড যুক্ত করে। এই তৃতীয় গ্রিড যুক্ত টিউবকে বলে **পেণ্টোড টিউব**—এ সম্বন্ধেও প্রথম খণ্ডে আলোচনা করা হয়েছে তাই এখানে আর তার পুনরুল্লেখ করব না।

১০৯নং চিত্র—টিউবের আভ্যন্তরীণ রেজিষ্ট্যান্সকে অঙ্কন করা হয়েছে।

প্লেট সার্কিট—পূর্ব্বে ১০৭নং চিত্রে লোড হিসাবে একটি রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করা হয়েছে। আর রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করার যে অসুবিধা আছে তাও বলা হয়েছে। ১০৯ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে টিউবের প্লেট ও ক্যাথোডের মধ্যে একটি রেজিষ্ট্যান্সকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এই রেজিষ্ট্যান্সকে বলে টিউবের **'আভ্যন্তরীণ রেজিষ্ট্যান্স'**। এই আভ্যন্তরীণ রেজিষ্ট্যান্স প্লেট ভোল্টেজ সাপ্লাই ও লোডের সঙ্গে সিরিজে আছে। সেইজন্য পাওয়ার সাপ্লাই-এর ভোল্টেজ

প্রত্যেকের মান অনুযায়ী বিভক্ত হয়ে গেছে। ধরা যাক যদি পাওয়ার সাপ্লাই হয় ২৫০ ভোল্ট। টিউবের আভ্যন্তরীণ রেজিষ্ট্যান্সে হচ্ছে ২00,000 ওমস্ আর লোড হচ্ছে ৫0,000 ওমস্ তবে প্লেট ও ক্যাথোডের মধ্যে ২00 ভোল্টের পোটেন-সিয়াল হবে, আর লোডের অ্যাক্রসে পোটেনসিয়াল হবে মাত্র ৫0 ভোল্ট। এখন গ্রিডে সিগন্যাল ভোল্টেজ দিলেই আভ্যন্তরীণ রেজিষ্ট্যান্স ভ্যারি করবে। ফলে টিউব ও লোডের মধ্য দিয়ে এক প্রকার স্পন্দনযুক্ত কারেণ্ট প্রবাহিত হবে। যদি লোড হিসাবে ২00,000 ওমস্-এর রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করা হয়, তবে পাওয়ার সাপ্লাই ভোল্টেজ প্রত্যেকের মধ্যে সমান দু'ভাগে ভাগ হয়ে যাবে—অর্থাৎ ১২৫ ভোল্ট লোডের অ্যাক্রসে দেখা যাবে। পূর্ব্বেই বলা হয়েছে যে লোড যত বেশী ভ্যালুর হবে, প্লেট ভোল্টেজ তত কম হবে। প্লেট ভোল্টেজ কম হলে আউট-পুট্ সিগন্যালও কম হবে। এই সকল অসুবিধা দূর করার জন্য ১0৯নং চিত্রে লোড হিসাবে আর, এফ, ট্রান্সফরমারের প্রাইমারী কয়েলকে ব্যবহার করা হয়েছে, কারণ, উপরোক্ত আলোচনা থেকে দুটি জিনিষ বুঝা যায়। প্রথম—প্লেট কারেণ্টকে ভ্যারী করার জন্য লোডের পরিমাণ ও ভ্যারী করার ক্ষমতা বেশী করা প্রয়োজন, আর দ্বিতীয় হচ্ছে যে—টিউব থেকে ঠিকমত এ্যামপ্লিফিকেশন পেতে হলে প্লেটে নির্দ্দিষ্ট ডি-সি ভোল্টেজ দিতে হবে, ফলে লোড সকল-সময়ই লো-রেজিষ্ট্যান্সের হওয়া দরকার। এই সকল সমাধান করতে হলে কয়েল ব্যবহার করা প্রয়োজন। কারণ, ডিরেক্ট কারেণ্টে কয়েলের রেজিষ্ট্যান্স খুব কম হয় কিন্তু সিগন্যাল কারেণ্টের পথে এই কয়েল প্রবল শক্তির বাধার সৃষ্টি করে,—ফলে প্লেট কারেণ্টও বেশ ভ্যারী করে। অল্টারনেটিং কারেণ্ট অধ্যায়ে কয়েলের এই কাজ সম্বন্ধে আলোচনা করা হয়েছে।

১১০নং চিত্রে একটি পেণ্টোড টিউবকে আর, এফ্ এ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে গ্রিড সার্কিট ও প্লেট সার্কিটের মধ্যে একটি সাধারণ সংযোগ আছে। কারণ, প্রত্যেকটিই ক্যাথোডের সঙ্গে যুক্ত আছে। পূর্ব্বে ট্রায়োড টিউবের আলোচনা প্রসঙ্গে বলা হয়েছিল যে, প্লেট ও কণ্ট্রোল গ্রিডের মধ্যে আভ্যন্তরীণ ক্যাপাসিটি থাকে। পেণ্টোডের বেলাতেও যে এই ক্যাপাসিটি একেবারে থাকে না, এ কথা বলা যায় না। তবে এই ক্যাপাসিটি অত্যন্ত কম হয়। পূর্ব্বেই বলা হয়েছে

১১০নং চিত্র—আর, এফ্ এ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে পেণ্টোডের ব্যবহার।

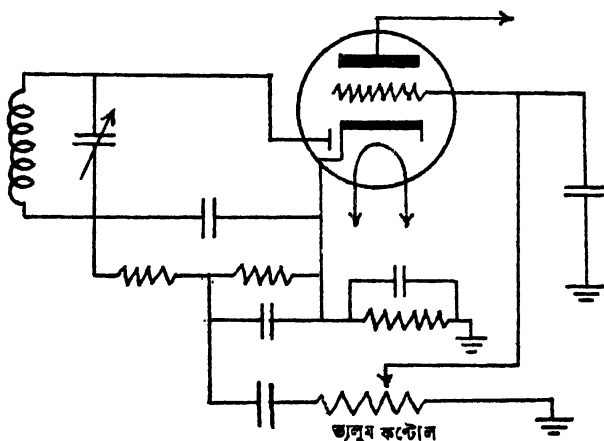
যে, এই ক্যাপাসিটির জন্যই টিউব অসিলেট করে। তাই প্লেট লোড হিসাবে যে কয়েল ব্যবহার করা হয়, তার ইম্পিডেন্সও নির্দ্দিষ্ট পরিমাণ হয়। যদি টিউবের আভ্যন্তরীণ গ্রিড-প্লেট ক্যাপাসিটি বেশী হয়, আর আভ্যন্তরীণ রেজিস্ট্যান্স কম হয়, তবে লোড হিসাবে ব্যবহৃত কয়েল ততটা হাই-ইম্পিডেন্সের ব্যবহার করা যায় না—যতটা হাই-ইম্পিডেন্সের ব্যবহার করা হয় লো-গ্রিড-প্লেট ক্যাপাসিটি, আর

হাই-ইন্টারন্যাল রেজিষ্ট্যান্সের বেলায়। আজকের যে নূতন ও উন্নততর টিউবের প্রচলন দেখা যায় তার লোড হিসাবে হাই-ইম্পিডেন্সের কয়েল ব্যবহার করা যায়। ফলে এ্যামপ্লি-ফিকেশনও বেশী হয়।

ভ্যলুম-কন্ট্রোলের ব্যবহার (Volume Control)—বেতার-গ্রাহক যন্ত্রে ডিটেকটর ষ্টেজের পূর্ব্বে ও পরে যথাক্রমে আর, এফ, এ্যামপ্লিফায়ার ও এ, এফ, এ্যামপ্লিফায়ার ষ্টেজ ব্যবহার করা হয়। এক প্রকারের ভ্যলুম কন্ট্রোল আছে যাকে আর. এফ, অথবা এ, এফ, এ্যামপ্লিফায়ারের যে কোন ষ্টেজে ব্যবহার করা যায়। ফলে এ্যামপ্লিফায়ার টিউবে যে সিগন্যাল ভোল্টেজ দেওয়া হয় তাকে কমান বাড়ান যায়। কিন্তু এ, এফ, (অডিও ফ্রিকোয়েন্সী এ্যামপ্লিফায়ার *) ষ্টেজে ভ্যলুম-কন্ট্রোল ব্যবহারের অসুবিধা আছে। কারণ, যখন কোন শক্তিশালী ষ্টেশন আমরা টিউন করি অথচ ভ্যলুম কন্ট্রোলের সাহায্যে স্পীকারের ভ্যলুম কমিয়ে রাখি তখন পূর্ব্ববর্ত্তী আর, এফ, এ্যামপ্লিফায়ার টিউব অথবা ডিটেকটর টিউব ওভারলোডেড হয়ে যেতে পারে। ফলে ডিসটরশন বা হাম দেখা দেয়। কারণ এ, এফ, এ্যামপ্লিফায়ারের ভ্যলুম কমালেও আর, এফ, এ্যামপ্লিফায়ারে সম্পূর্ণ এ্যামপ্লিফায়েড সিগন্যাল ভোল্টেজ বর্ত্তমান থেকে যায়। এই অসুবিধার জন্য সাধারণতঃ পূর্ব্ববর্ত্তী ষ্টেজ অর্থাৎ আর, এফ. ষ্টেজে ভ্যলুম কন্ট্রোল ব্যবহার করা হয়।

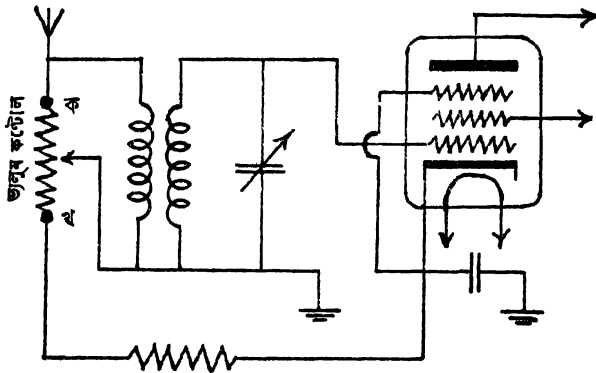
“**ভ্যলুম-কন্ট্রোল**”—শব্দটির ভিতরই ঐ ষ্টেজ ব্যবহারের অর্থ লুক্কায়িত আছে। **ভ্যলুম** অর্থাৎ শব্দের উচ্চতা আর **কন্ট্রোল** অর্থাৎ আয়ত্বে রাখা বা ইচ্ছা অনুযায়ী কম বেশী

* পরবর্ত্তী অধ্যায়ে আলোচনা করা হয়েছে।

করা। এক কথায় বলা যায় স্পীকার থেকে আমরা যে আওয়াজ পাই তাকে কম বেশী করার জন্যই ভ্যলুম কণ্ট্রোল ব্যবহার করা হয়। এখানে একটি কথা বলে রাখা প্রয়োজন অনেকে হয়তো বলতে পরেন যে ভেরিয়েবল কনডেন্সারকে কম বেশী করেও তো আওয়াজ কমান বাড়ান যায়। কিন্তু এ কথা সম্পূর্ণ ভুল, কারণ ভেরিয়েবল কনডেন্সার নির্দ্দিষ্ট রেজোনেন্সএ পৌঁছিলে তবে ষ্টেশন ঠিক মত পাওয়া যায়। এই রেজোনেন্স পয়েণ্টের সামান্য কম বেশী হলেই ষ্টেশনের সঙ্গে **ডিস্‌টরশন** বা **হাম** দেখা দেয়।

১১১নং চিত্র—ভ্যলুম কণ্ট্রোল সার্কিট।

রেডিও রিসিভারে ভ্যলুম কণ্ট্রোল ব্যবহার করা হয় শক্তিশালী সিগন্যালের ভ্যলুমকে কমাবার জন্য। গত কয়েক বৎসরের মধ্যে এই ভ্যলুম কণ্ট্রোল ব্যবহার-পদ্ধতির প্রভুত উন্নতি হয়েছে। সচরাচর রিসিভারে যে সকল ভ্যলুম

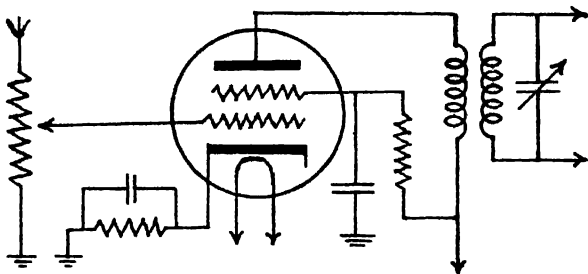
কণ্ট্রোল সার্কিট ব্যবহার করা হয় এখানে সেইগুলির আলোচনা করা হয়েছে।

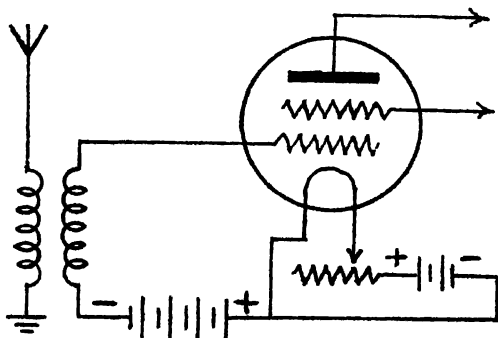
ভ্যলুম-কণ্ট্রোল সার্কিট—১১১নং চিত্রে একটি ভ্যলুম কণ্ট্রোল সার্কিটকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে টিউবের কণ্ট্রোল-গ্রিড থেকে ভ্যলুম-কণ্ট্রোল যুক্ত করা হয়েছে। এই টিউবের একটি প্লেটকে ডায়োড ডিটেক্টর হিসাবে কাজ করান হয়েছে। R_1 ও R_2 যথাক্রমে ডায়োড লোড। কারণ তারা আই, এফ ট্রান্সফরমার ও ক্যাথোডের সঙ্গে সিরিজে যুক্ত আছে। C_1 ও C_2

১১২নং চিত্র

কনডেন্সার আর, এফ, পাল্‌স্‌কে অর্থাৎ রেডিও ফ্রিকোয়েন্সীতে যে কম্পন থাকে তাকে বাই-পাস করার কাজে ব্যবহৃত হয়েছে। এখানে যে ভ্যলুম কণ্ট্রোল ব্যবহার করা হয়েছে তার দুটি কাজ, একটি কণ্ট্রোল করা অপরটি গ্রিড-রেজিষ্ট্যান্স হিসাবে কাজ করা। এই ভ্যলুম-কণ্ট্রোলের একটি প্রান্ত চেসিসে ও অপর প্রান্ত কনডেন্সার C_2 দ্বারা R_1 রেজিষ্ট্যান্সের

পরে যুক্ত হয়েছে। ক্যাথোড ব্যায়াস্ রেজিষ্ট্যান্স $R_২$ এক দিকে $R_১$ এর সঙ্গে ও অপর দিকে চেসিসের সঙ্গে যুক্ত আছে। এখন ডায়োড লোড $R_১$ এর অ্যাক্রসে যে অডিও সিগন্যাল দেখা দেবে তা ভ্যলুম-কণ্ট্রোলে এসে উপস্থিত হবে। ফলে ভ্যলুম-কণ্ট্রোলকে কম বেশী করে ঐ সিগন্যালের শক্তিকেও কম বেশী করা যাবে।

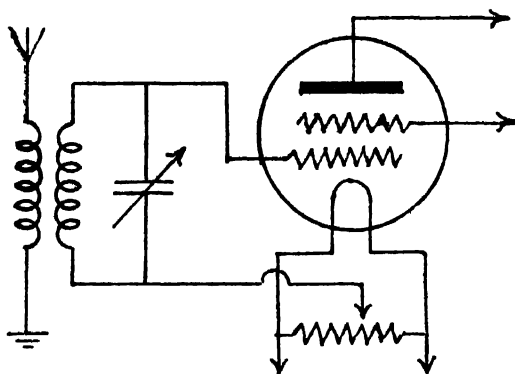
১১২নং চিত্রে অপর একটি ভ্যলুম-কণ্ট্রোল সার্কিটকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। সার্কিট লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে একটি পোটেনশিওমিটার এরিয়াল সার্কিটের অংশ হিসাবে কাজ করছে। আবার ঐ টিউবেরই ক্যাথোড সার্কিটের অংশ হিসাবে কাজ করছে। অর্থাৎ একটি মাত্র পোটেনশিওমিটারের দ্বারা একই সঙ্গে দুটি কাজ করান হয়েছে। যখন পোটেন-শিওমিটার ঘুরিয়ে কয়েলকে "ক" চিহ্নিত স্থানে যুক্ত করা হবে তখন সিগন্যাল ডিরেক্ট এরিয়াল থেকে চেসিসে চলে যাবে। আর পোটেনশিওমিটারটি তখন সম্পূর্ণরূপে ক্যাথোড ও চেসিসের সঙ্গে যুক্ত থাকবে। ফলে কণ্ট্রোল গ্রিডের নেগেটিভ ভোল্টেজ বেশ্ বৃদ্ধি পাবে। কাজেই সিগন্যাল ডিরেক্ট চেসিসে চলে যাবে, ফলে আর, এফ এ্যামপ্লিফায়ার টিউবের এ্যামপ্লিফিকেশনও কমে যাবে। এখন যদি পোটেনশিও মিটার ঘুরিয়ে কয়েলকে "খ" চিহ্নিত অংশের সঙ্গে যুক্ত করা হয় তবে এরিয়াল ও আর্থের মধ্যের রেজিষ্ট্যান্স বৃদ্ধি পাবে। আর সঙ্গে সঙ্গে যে নেগেটিভ ভোল্টেজ দেওয়া হয়েছিল তাও কমে যাবে। ফলে কয়েলের মধ্য দিয়ে বেশী এনার্জী প্রবাহিত হবে। আর এ্যামপ্লিফিকেশনও বৃদ্ধি পাবে। টিউণ্ড রেডিও ফ্রিকোয়েন্সী রিসিভারে এইরূপ ভ্যলুম-কণ্ট্রোল সার্কি-টের অধিক প্রচলন দেখা যায়। তবে যে সার্কিটে ভেরিয়েবল মিউ-টিউব ব্যবহার করা হয়, কেবলমাত্র সেই সার্কিটেই এই

কন্ট্রোল প্রথা উপযুক্ত। ১১৩নং চিত্রে এরিয়ালে ব্যবহৃত ভ্যলুম কন্ট্রোলকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। প্রথম যখন রেডিও গ্রাহক-যন্ত্রে এ-সি টিউবের ব্যবহার আরম্ভ হয়, তখনই

১১৩ নং চিত্র

এইরূপ সার্কিট ব্যবহার করা হত। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে টিউবের গ্রিডে যে এনার্জী এসে পৌঁছায়, তাকে

১১৪ নং চিত্র

কন্ট্রোল করে এরিয়ালে ব্যবহৃত পোটেনশিওমিটারটি। চিত্র লক্ষ্য করলে আরও দেখা যাবে যে এখানে কোন টিউনিং

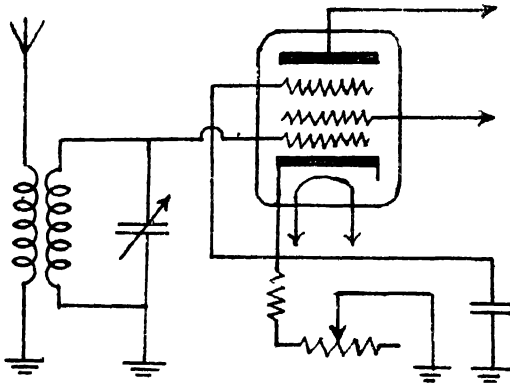
সার্কিট ব্যবহার করা হয়নি। কোন ভোল্টেজও ষ্টেপ-আপ হচ্ছে না; কিন্তু রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করার জন্য এনার্জী ক্ষয় হতে পারে। আর প্রধান অসুবিধা হচ্ছে যে এই সার্কিটের কোন সিলেকটিভিটি নাই।

পূর্ব্বে অনেক ব্যাটারী রিসিভারে রিওষ্টাট (rheostat) যুক্ত ভ্যলুম কণ্ট্রোল ফিলামেণ্ট সার্কিটে ব্যবহার করা হত। ১১৪ নং চিত্রে তা অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এই সার্কিটের কাজ হচ্ছে ফিলামেণ্টের এমিশনকে কমান ও বাড়ান। আর

১১৫ নং চিত্র

টিউবের এমিশন কম বেশী করলেই তার এ্যামপ্লিফিকেশনও কম বেশী হবে। এই কণ্ট্রোল প্রথা আর, এফ, এ্যামপ্লিফায়ার অথবা ডিটেক্টর ষ্টেজে ব্যবহার করা যায়। কিন্তু বর্ত্তমানকালে উন্নতির সঙ্গে সঙ্গে এইরূপ কণ্ট্রোল প্রথা আর দেখা যায় না।

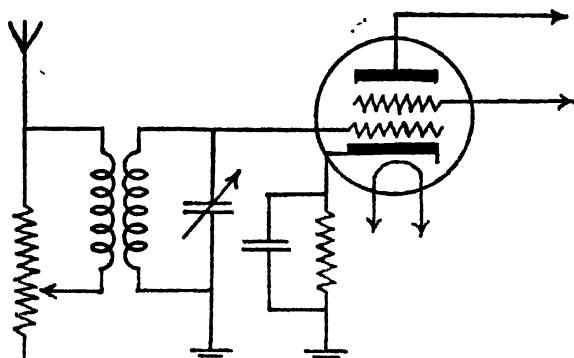
ব্যাটারী রিসিভারে আরও এক প্রকারের কণ্ট্রোল প্রথা দেখা যায়, যাকে বলে গ্রিড-ব্যায়াস কণ্ট্রোল। ১১৫নং চিত্রে তা অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এই চিত্রে ফিলামেণ্ট সার্কিটের

সঙ্গে একটি পোটেনশিওমিটার যুক্ত আছে। ঐ পোটেন-শিওমিটারের মুভেবল অংশটি কণ্ট্রোল গ্রিডের সঙ্গে যুক্ত আছে, কিন্তু এইরূপ সার্কিটে এ্যামপ্লিফিকেশনকে অতি অল্পই কম বেশী করা যায়।

১১৬ নং চিত্রে ভ্যালুম কণ্ট্রোলের অপর একটি সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এই সার্কিটকে বলে সেনসিটিভিটি কণ্ট্রোল। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, একটি পোটেনশিও-মিটারকে রিওষ্টাট হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে। এই পোটেন-

১১৬ নং চিত্র

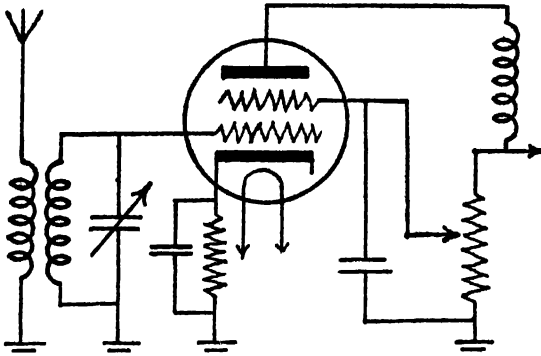
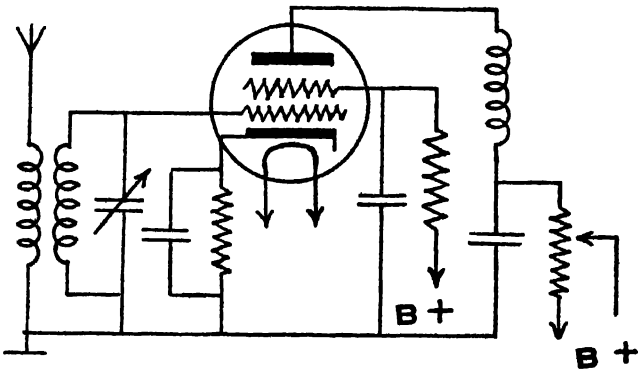
শিওমিটার কণ্ট্রোল-গ্রিডেব ভোল্টেজকে কম বেশী করে। কিন্তু শক্তিশালী সিগন্যাল ভোল্টেজে অন্যান্য কণ্ট্রোল প্রণালী যেরূপ কাজ করে এই কণ্ট্রোল প্রথা ততটা কাজ করতে পারে না। তবে এই সার্কিট দ্বারা এ্যামপ্লিফিকেশনকে একটি নির্দিষ্ট সীমা পর্য্যন্ত কণ্ট্রোল করা যায়। ফলে ডিসটরশন বা হাম্ কমে যায়। এইজন্য এই সার্কিটকে সেনসিটিভিটি কণ্ট্রোল বলে। এই সার্কিটকে যখন কেবল মাত্র ভ্যালুম কণ্ট্রোল হিসাবে ব্যবহার

করা হয় তখন পোটেনশিওমিটারের ভ্যালু হয় প্রায় ৭৫,000 থেকে 100,000 ওমস্। কিন্তু যখন একে সেনসিটিভিটী কন্ট্রোল হিসাবে ব্যবহার করা হয় তখন এর ভ্যালু হয় মাত্র কয়েক শত ওমস্।

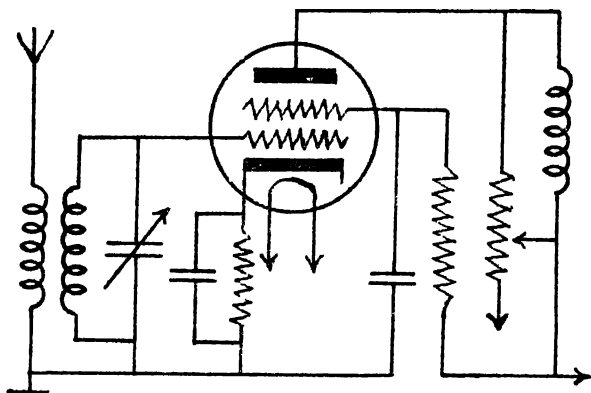
১১৭ নং চিত্রে একটি সার্কিট অঙ্কন করা হয়েছে, কিন্তু এই প্রকারের ভ্যলুম কন্ট্রোল সার্কিট আজকাল আর দেখা যায় না।

১১৭ নং চিত্র

তাই এ সম্বন্ধে বিশেষ আলোচনা করব না। তবে মোটের উপর বলে রাখা প্রয়োজন যে, এই সার্কিটে ব্যবহৃত পোটেন-শিওমিটার এরিয়াল ট্রান্সফরমারের প্রাইমারীতে প্রবাহিত এনার্জীকে কন্ট্রোল করে।

এ্যামপ্লিফায়ার টিউব হিসাবে যখন টেট্রোডের প্রচলন অধিক সমাদর লাভ করল তখন এই টেট্রোডের স্ক্রিন-গ্রিড-ভোল্টেজকে পোটেনশিওমিটার দ্বারা কন্ট্রোল করার ব্যবস্থাও প্রচলিত হল। ১১৮ নং চিত্রে একটি টেট্রোড টিউবকে অঙ্কন করে দেখান

হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, স্ক্রিন-গ্রিডের সঙ্গে একটি পোটেনশিওমিটার ব্যবহার করা হয়েছে। এই পোটেন-

১১৮ নং চিত্র

১১৯ নং চিত্র

শিওমিটার সাধারণতঃ ৫০,০০০ থেকে প্রায় ১০০,০০০ ওমস্-এর হয়ে থাকে। পোটেনশিওমিটারের এক প্রান্ত চেসিসে

ও অপর প্রান্ত হাই-ভোল্টেজ পজিটিভের সঙ্গে যুক্ত আছে। আর এই পজিটিভ ভোল্টেজ স্ক্রিনে প্রয়োজনীয় ভোল্টেজের সমান। এইরূপ পোটেনশিওমিটার ইচ্ছামত স্ক্রিনে কম বেশী ভোল্টেজ সরবরাহ করে। এই প্রণালীকে অনেক সময়ে সেন-সিটিভিটী কন্ট্রোল হিসাবেও ব্যবহার করা হয়। পার্থক্য হচ্ছে কেবল পোটেনশিওমিটারকে স্ক্রিন্ গ্রীড অথবা প্লেটের সঙ্গে সিরিজে লাগান হয়। ১১৯ নং চিত্রে তাহা দেখান হয়েছে।

১২০ নং চিত্র

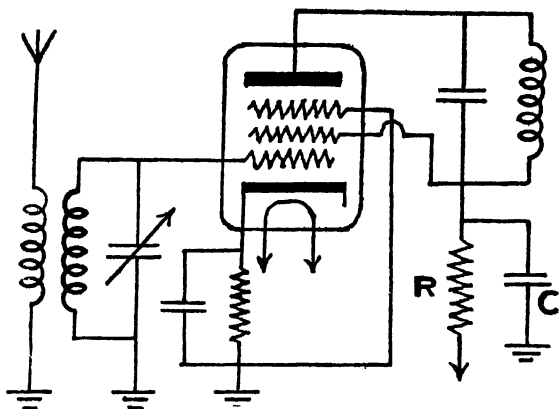
১২০ নং চিত্রে অপর একটি ভ্যলুম কন্ট্রোল সার্কিটকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এই প্রণালীকে বলা হয় প্লেট-সান্ট-কন্ট্রোল। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে এ ক্ষেত্রেও পোটেন-শিরমিটারকে রিওষ্টাট হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে। তবে এখানে তাকে প্লেট-লোডের সঙ্গে প্যারাল্যালে যুক্ত করা হয়েছে। যখন ভ্যলুম সর্ব্বোচ্চ অর্থাৎ ম্যাকসিমাম-এ থাকে তখন সম্পূর্ণ প্লেট কারেণ্টই কয়েলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়। ফলে

ম্যাকসিমাম ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সৃষ্টি হয়, আর সেকেণ্ডারীতেও ম্যাকসিমাম সিগন্যাল ইনডিউসড্ হয়, তাই এ্যামপ্লিফিকেশনও ম্যাকসিমাম হবে। কিন্তু ভ্যলুম কন্‌ট্রোলের রেজিষ্ট্যান্স কম করলে কারেণ্টও কম রেজিষ্ট্যান্স-এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হবে ; ফলে ম্যাগনেটিক ফিল্ডও কমে যাবে আর সেকেণ্ডারীতেও কম ভোল্টেজ ইন্‌ডিউসড হবে।

আর, এফ, এ্যামপ্লিফায়ার সম্বন্ধে আলোচনা এইখানেই শেষ করতাম, কিন্তু আর, এফ, এ্যামপ্লিফায়ারের ব্যবহার যেরূপ সুবিধা আছে, তার অসুবিধাও আছে অনেক। এই অসুবিধা সম্বন্ধে আলোচনা না করলে আর, এফ, এ্যামপ্লিফায়ার সম্বন্ধে আলোচনা অসম্পূর্ণ রয়ে যাবে। তাই এই সার্কিট ব্যবহারের অসুবিধা সম্বন্ধে কিছু আলোচনা করা দরকার।

আর, এফ, ষ্টেজের অসুবিধা (Demerits of R. F. Stage)—আর, এফ, ষ্টেজে যে এরিয়াল ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা হয় তা থেকে অনেক অসুবিধার সৃষ্টি হয়। এই ট্রান্স-ফরমার তৈয়ারীর সময় ভাল তার ব্যবহার করা হয় না, ফলে ঐ তার সহজেই open সার্কিটের সৃষ্টি করতে পারে। অসুবিধা হচ্ছে যে এই আর, এফ, ট্রান্সফরমার পরিবর্ত্তন করতে হলে পরিবর্ত্তিত ট্রান্সফরমারটি নির্দ্দিষ্ট ক্যারেকটারিসটিকস্-এর হওয়া প্রয়োজন। কারণ তা না হলে ঠিকমত টিউনিং হয় না আর অপ্রয়োজনীয় অসিলেশনের সৃষ্টি করে। এই সার্কিটের আরও একটি প্রধান অসুবিধা হচ্ছে যে, এই সার্কিটে কোন প্রকার দোষ দেখা দিলেই অসিলেশনের সৃষ্টি হয়। ফলে রিসেপশনও ভাল হয় না।

এই আর, এফ, সার্কিটে যে ডি-ক্যাপলিং ফিল্টার ব্যবহার করা হয় তা থেকেও বহু প্রকারের অসুবিধার সৃষ্টি হয়। ১২১ নং

চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, টিউবের প্লেটে ভোল্টেজ রেজিষ্ট্যান্স-এর মধ্য দিয়ে এসে পৌঁছায়। ঐ রেজিষ্ট্যান্স ও কনডেন্সার মিলিতভাবে ডি-ক্যাপলিং সার্কিটের সৃষ্টি করে। এইরূপ ফিল্টার কেবল মাত্র আর, এফ, ষ্টেজেই ব্যবহার করা হয় না আই, এফ ও অডিও ষ্টেজেও ব্যবহার করা হয়। যদি ঐ কনডেন্সার কোন প্রকারে সর্ট হয়ে যায়, তবে বেশী কারেন্ট রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হবে, কারণ তখন

১২১ নং চিত্র

উহা ডিরেক্ট পাওয়ার সাপ্লাইয়ের হাই-ভোল্টেজ আউট-পুটের সঙ্গে যুক্ত হয়ে যাবে। ফলে ঐ রেজিষ্ট্যান্সটি পুড়ে যাবে অথবা সেট বাজবে না।

১২০ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, স্ক্রিন্-গ্রিড ও চেসিসের মধ্যে একটি কনডেন্সার যুক্ত আছে। যদি কখনও এই কনডেন্সার সর্ট হয়ে যায় তবে অসিলেশনের সৃষ্টি করবে। ফলে হয়তো হাম হবে। অনেক সময় অসিলেশনের জন্য সেট নাও বাজতে পারে।

Test Questions

1. *Why the R. F. amplifier stage is used in radio receiver ?*
2. *What are the different steps taken in the development of R. F, amplifier stage ?*
3. *What do you meen by volume control ? Where it is used ? Give a volume control circuit which is commonly used ?*
4. *What are the relative advantage of (a) placing the volume control ahead of the detector, (b) placing it after the detector ?*
5. *What are the demerits of using R. F. amplifier stage in radio receiver ?*

দ্বাদশ অধ্যায়

সুপারহেটেরোডাইন-পদ্ধতি

আধুনিককালের রেডিও ব্যবস্থায় সুপারহেটেরোডাইন পদ্ধতি অনেকখানি স্থান অধিকার করেছে। নিঃসন্দেহে আজ প্রমাণিত হয়েছে যে, সুপারহেট সার্কিটই হচ্ছে একমাত্র সার্কিট যা থেকে একই সময়ে সিলেকটিভিটী ও সেনসিটিভিটী পাওয়া যায়। আর অধিক ষ্টেশন ধরার কাজেও এই সার্কিট অতি সুন্দর কাজ করে। যদিও মাত্র কিছুদিন পূর্ব্বে এই সার্কিট আমাদের কাছে আত্মপ্রকাশ করেছে তথাপি রেডিও বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে এই সার্কিট বহুদিন পূর্ব্বেই আবিষ্কৃত হয়েছিল; কিন্তু R. C. A. অর্থাৎ রেডিও কর্পোরেশন অব আমেরিকার আইন অনুসারে ১৯৩০ সাল পর্য্যন্তও এই সার্কিট কাহারও প্রকাশ করার অধিকার ছিল না। ১৯৩০ সালের পর অনুমোদন লাভ করে বহু রেডিও নির্ম্মাতা নানা উপায়ে এই সার্কিটের রেডিও-গ্রাহক-যন্ত্র বাজারে প্রচলিত করার কাজ আরম্ভ করেন। যদিও প্রথম আবিষ্কৃত সেই সুপারহেট সার্কিটের সঙ্গে আজকের আধুনিক সুপারহেট সার্কিটের প্রায় মিল নাই বল্লেই হয়—তথাপি অতীতের ও আজকের সার্কিটের ভিতর প্রাথমিক পদ্ধতির একই সুর খুঁজে পাওয়া যায়।

সুপারহেটেরোডাইন সার্কিটের গভীরে যাওয়ার পূর্ব্বে এই সার্কিটকে কেন সুপারহেটেরোডাইন বলা হয়—এই নামের বিচিত্রতা আর ষ্ট্রেট রিজেনারেটিভ সার্কিটের সঙ্গে এর পার্থক্য কি, এ সম্বন্ধে কিছু আলোচনা করা প্রয়োজন মনে করি।

নামের সার্থকতা (Significance of the name) সুপার-হেটেরোডাইন শব্দটি সম্বন্ধে গভীরভাবে আলোচনা করলে দেখা যাবে যে সুপারহেটেরোডাইন রিসিভার তাকেই বলা হয় যা সাধারণ রিসিভার থেকে বহুগুণ উর্দ্ধে। সচরাচর এই "সুপারহেটেরোডাইন" কথাটিকে তিনটি ভাগে ভাগ করা হয়। সুপার + হেটেরো + ডাইন। আবার কারও মতে শব্দটি সুপার + হেটেরস্ + ডাইনামিস্ এইরূপ হয়ে থাকে।

সুপার (Super)—সুপার অর্থাৎ সুপিরিয়ার (Superior) অর্থাৎ উচ্চ (Higher)। সুপার কথাটি সুপার-সনিক (Super sonic) কথারই অংশ বিশেষ। সনিক (Sonic) মিউজি-ক্যাল (Musical) অর্থাৎ গান বাজনা সম্বন্ধীয় কোন বস্তুর অপভ্রংশ। আমাদের জানা আছে যে মিউজিক্যাল ফ্রিকোয়েন্সী হচ্ছে অডিয়েবল ফ্রিকোয়েন্সী; সুতরাং সমগ্র সুপার-সনিক কথাটির অর্থ হচ্ছে যে, অডিয়েবল ফ্রিকোয়েন্সীর উচ্চ একটি ফ্রিকোয়েন্সী। আমাদের আরও জানা আছে যে, অডিয়ে-বল ফ্রিকোয়েন্সীকে সংক্ষেপে বলা হয় এ, এফ, অথবা এল, এফ। সুতরাং এ, এফ-এর উচ্চ অর্থাৎ এইচ, এফ (Higher frequency।

হেটেরো (Hetero)—**হেটেরো** বা **হেটেরস্** কথাটির অর্থ হচ্ছে অপর (other) অর্থাৎ সম্পূর্ণ নূতন বস্তু—যাকে রেডিও বিজ্ঞানের ভাষায় বলা হয় **অসিলেটরী**। এই অসিলেটরী ফ্রিকোয়েন্সী যে যন্ত্রের দ্বারা সৃষ্টি করা হয় তাকে বলা হয় **অসিলেটর**। এখানে একটি কথা বলে রাখা প্রয়োজন যে, এই অসিলেটরী ফ্রিকোয়েন্সীই সুপারহেট সার্কিটের হৃদযন্ত্র স্বরূপ। পরে যখন সুপারহেট ও ষ্ট্রেট সেটের মধ্যে পার্থক্য দেখান হবে, তখন দেখতে পাওয়া যাবে যে, এই

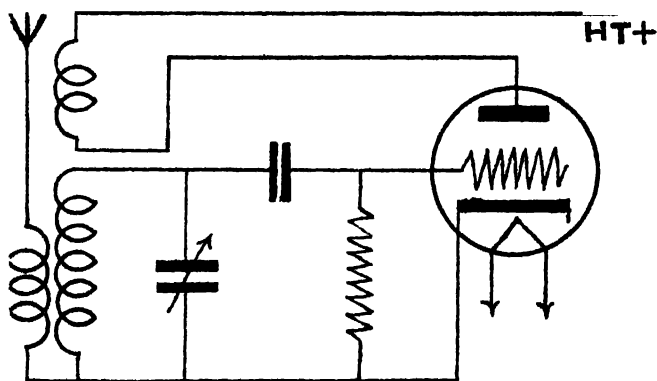
অসিলেটরী ফ্রিকোয়েন্সীই ষ্ট্রেট সেট থেকে এই সেটকে পৃথক করে রেখেছে।

ডাইন (Dyne)—এই শব্দটি শক্তি অর্থাৎ ফোর্স-এর একক বা ইউনিট। একক বা ইউনিট অনেক প্রকারের হয়ে থাকে, যথা—গজ, ফুট, ইঞ্চি, পাউণ্ড, সের প্রভৃতি। অনেকে আবার বলে থাকেন যে, এই ডাইন কথাটি গ্রীক্ দেশীয় ডাইনামিস্ (Dynamis) শব্দটি থেকে এসেছে। তবে গ্রীক্-দেশীয় রীতি অনুসারে এই ডাইনামিস কথাটিও শক্তির একক।

এখন সম্পূর্ণ সুপারহেটেরোডাইন কথাটির অর্থ ঠিক মত সাজালে বলা যায় যে, সুপারহেটেরোডাইন রিসিভার তাকেই বলা হবে—যে রিসিভারে একটি আলাদা অসিলেটরী হাই-ফ্রিকোয়েন্সী বা ফোর্স সৃষ্টি যন্ত্র বা ষ্টেজ আছে।

আসল কথা একটি আলাদা অসিলেটরী ফ্রিকোয়েন্সীই রিসিভারের প্রাণ স্বরূপ। এই অসিলেটরী ফ্রিকোয়েন্সী দুই প্রকারে সৃষ্টি করা যায়। প্রথম, ভ্যালভ্ ব্যবহার করে—অর্থাৎ ভ্যালভের ভিতরে এক প্রকার হাই-ফ্রিকোয়েন্সী জেনারেট বা প্রস্তুত করে। এই পদ্ধতিকে বলে হেটেরোডাইন পদ্ধতি। এই পদ্ধতিই আজকাল সুপারহেট সেটে দেখা যায়। আর একটি প্রথা অর্থাৎ দ্বিতীয় প্রথাটি হচ্ছে ভ্যালভের বাহিরেই এক প্রকার অসিলেটরী ফ্রিকোয়েন্সী সৃষ্টি করা হয়। এই পদ্ধতিকে বলে অটোডাইন (Autodyne) পদ্ধতি। যদিও আজকাল এই পদ্ধতির প্রচলন দেখা যায় না, তথাপি বহু পুরাতন রেডিও সেটে এখনও এই পদ্ধতি বর্ত্তমান। কতক-গুলি অসুবিধার জন্য এই পদ্ধতি সমাদর লাভ করতে পারেনি। এ সম্বন্ধে এখন কিছু আলোচনা করব।

আমাদের জানা আছে যে, রিজেনারেটিভ সেটে যে রিয়াকশন কয়েল ব্যবহার করা হয়, সেই কয়েল টিউনিং কয়েলে

কিছু ভোল্টেজ ইন্‌ডিউস করে। সাধারণতঃ টিউনিং কয়েলে যে ভোল্টেজ ক্ষয় বা লস্ হয় এই রিয়াকশন কয়েল দ্বারা সেই ক্ষয়প্রাপ্ত ভোল্টেজের কিছুটা পূরণ করার চেষ্টা করা হয়। এখন রিয়াকশন কয়েল টিউনিং কয়েলে যে ভোল্টেজ ইন্‌ডিউস্ করে তা যদি টিউনিং কয়েলে যে ভোল্টেজ ক্ষয় হয় তার কম হয়, তবে সার্কিটটি রিয়াকশনের কাজ করে। আবার ইন্‌ডিউসড ভোল্টেজ যদি লস্ ভোল্টেজের বেশী হয় তার সার্কিটে এক প্রকার ডিসটারবেন্সের সৃষ্টি হয়। আর যদি ইন্‌ডিউসড্ ভোল্টেজ টিউনিং কয়েলের লস্ ভোল্টেজের সমান হয়, তবে

১২২ নং চিত্র—অটোডাইন সার্কিট।

সার্কিটটি অসিলেটরের কাজ করে ; সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে টিউনিং কয়েলে যে ভোল্টেজ লস্ হয় রিয়াকশন কয়েল দ্বারা তা ঠিক সমান ভাবে পূরণ করেও অসিলেটর সার্কিটের সৃষ্টি করা যায়। এই পদ্ধতিকেই বলে **অটোডাইন পদ্ধতি।** ১২২ নং চিত্রে একটি অটোডাইন পদ্ধতির চিত্র অঙ্কন করা হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, সার্কিটটি একটি

রিজেনারেটিভ সার্কিট। কিন্তু এ ক্ষেত্রে একটি জিনিষ লক্ষ্য রাখা বিশেষ প্রয়োজন যে, রিয়াকশন কয়েলটি এইরূপ ভাবে প্রস্তুত করতে হবে যে, সেই কয়েলটি যে ভোল্টেজ টিউনিং কয়েলে ইনডিউস্ করবে, তা যেন টিউনিং কয়েল যে ভোল্টেজ লস্ করবে তার ঠিক সমান হয়।

কিন্তু সকল প্রকার সুবিধা থাকা সত্ত্বেও এই পদ্ধতির কতকগুলি অসুবিধা আছে। আর সেই অসুবিধাগুলি এতই মারাত্মক যে, সেইগুলির জন্যই এই পদ্ধতি রিসিভারে ব্যবহার করা যায় না। পূর্ব্বেই বলেছি যে. রিয়াকশন কয়েল এইরূপ ভাবে প্রস্তুত কবতে হবে যে, তার ভোল্টেজ যেন টিউনিং কয়েলের লস্ ভোল্টেজের ঠিক সমান হয়। কিন্তু অধিকাংশ ক্ষেত্রেই তা সম্ভব হয় না। ফলে ঐ সার্কিট থেকে ঠিক কাজ পাওয়া যায় না। দ্বিতীয় অসুবিধা হচ্ছে সুপারহেটের প্রথা অনুসারে সিগন্যাল ফ্রিকোয়েন্সীর সঙ্গে অসিলেটরী ফ্রিকোয়েন্সী মিশ্রিত করে আই, এফ, অর্থাৎ ইন্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সীর সৃষ্টি করা হয় (এ সম্বন্ধে পরে আলোচনা করা হবে)। এই সার্কিটের বেলাতেও ঐ একই কাজ হয়। এরিয়াল কয়েল সিগন্যাল ফ্রিকোয়েন্সী আর টিউনিং কয়েল ও রিয়াকশন কয়েল অসিলেটরী ফ্রিকোয়েন্সীব সৃষ্টি করে, ফলে দুটি মিশ্রিত হয়ে আই, এফ-এর সৃষ্টি করে। এখন দেখা যাক অসুবিধা কি?

ধরা যাক্ কোন ষ্টেশন টিউন করা হয় নি। অর্থাৎ এরিয়াল কয়েলে কোন সিগন্যাল নাই। কিন্তু টিউনিং কয়েল ও রিয়াকশন কয়েলে অসিলেটরী ফ্রিকোয়েন্সী ঠিকই আছে। এখন ইনডাকটেন্স বা কয়েলের ধর্ম্ম অনুসারে ঐ অসিলেটরী ভোল্টেজ বা ফ্রিকোয়েন্সী টিউনিং কয়েল থেকে এরিয়াল কয়েলে ইনডিউসড্ হয়ে উল্টো পথে এরিয়ালে এসে দেখা

দেবে—অর্থাৎ ট্রান্সমিটারে যেরূপ এরিয়ালে ফ্রিকোয়েন্সী আসে ও সেই ফ্রিকোয়েন্সী আমাদের রিসিভারে ধরা পড়ে। এক্ষেত্রেও ঐ রিসিভারটি ঠিক একটি ছোট ট্রান্সমিটারের কাজ করবে।

সুপারহেটেরোডাইন রিসিভারের প্রয়োজনীয়তা (Usefulness of superheterodyne receiver)—পৃথিবীর বিভিন্ন ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশন থেকে ভিন্ন ভিন্ন ফ্রিকোয়েন্সীর বেতার-তরঙ্গ প্রেরণ করা হয়। কিন্তু এই সকল বিভিন্ন তরঙ্গ যাতে একটি অপরটির সঙ্গে মিশে না যায়, তারজন্য আন্তর্জাতিক আইন (International Law) অনুসারে দুটি ষ্টেশনের মধ্যে কম পক্ষে ১০ কিঃ সাঃ পার্থক্য রাখা হয়। কিন্তু ১০ কিঃ সাঃ ব্যবধান থাকলেও ফ্রিকোয়েন্সীর রেঞ্জ যত বেশী হতে থাকে শতকরা (Percentage) ব্যবধানও তত কমতে থাকে। উদাহরণ দিয়ে বুঝালে বিষয়টি আরও পরিষ্কার হবে। ধরা যাক একটি ষ্টেশন ১০০ কিঃ সাঃ ও আরেকটি ষ্টেশন ১১০ কিঃ সাঃ ফ্রিকোয়েন্সীতে শব্দ প্রেরণ করছে। এখন এই দুটি ষ্টেশনের মধ্যে শতকরা ব্যবধান হচ্ছে ১০%। কিন্তু যদি ঐ ব্রডকাষ্টিং ফ্রিকোয়েন্সী হয় যথাক্রমে ১০০০ ও ১০১০ কিঃ সাঃ তবে তাদের শতকরা ব্যবধান হবে।

১০০০ কিঃ সাঃ-এ ব্যবধান ১০ কিঃ সাঃ

$$\therefore \text{১} \quad ,, \quad ,, \quad ,, \quad \frac{\text{১০}}{\text{১০০০}} \quad ,, \quad ,,$$

$$\therefore \text{১০০} \quad ,, \quad ,, \quad ,, \quad \frac{\text{১০} \times \text{১০০}}{\text{১০০০}} \quad ,, \quad ,, \quad = \text{১}\%$$

আবার যদি ঐ ফ্রিকোয়েন্সী হয় ১০,০০০ ও ১০,০১০ তবে শতকরা ব্যবধান হবে—

১০,০০০ কিঃ সাঃ-এ ব্যবধান ১০ কিঃ সাঃ

$$\therefore \quad ১ \quad ,, \quad ,, \quad ,, \frac{১০}{১০,০০০} \; ,, \; ,,$$

$$\therefore \quad ১০০ \quad ,, \quad ,, \quad ,, \frac{১০ \times ১০০}{১০,০০০} \; ,, \; ,, = \cdot ১\%$$

সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে ফ্রিকোয়েন্সীর দূরত্ব যত বেশী হচ্ছে শতকরা ব্যবধানও তত কমে যাচ্ছে। আমাদের রেডিও গ্রাহক-যন্ত্রে যে টিউনিং সার্কিট ব্যবহার করা হয়, তাকে হাতে ঘুরিয়ে ও কানে শুনে কম বেশী করে ষ্টেশন টিউন করা হয়। সুতরাং সেই টিউনিং-এর মধ্যেও কিছু দোষ থাকে। ধরা যাক্ ঐ মিলিত টিউনিং-এর দোষ ·৫%। যখন ১০০ কিঃ সাঃ-এর ষ্টেশনটি টিউন করা হল তখন দুটি ষ্টেশনের মধ্যে শতকরা ব্যবধান ১০% থাকায় আওয়াজ ভালই হল এবং ষ্টেশনটি অপর ষ্টেশন থেকে পৃথক করা গেল। কিন্তু ১০০০ কিঃ সাঃ-এর সময় শতকরা ব্যবধান ১% হওয়ার আওয়াজ পূর্ব্বের ন্যায় ভাল হবে না এবং ষ্টেশনও পূর্ব্বের ন্যায় একটি অপরটি থেকে ভালরূপে পৃথক করা যাবে না। অর্থাৎ সেটটির সিলেকটিভিটি খুব ভাল হবে না। আর যখন ১০,০০০ কিঃ সাঃ এর ষ্টেশন টিউন করা হবে তখন কোন সিলেকটিভিটিই থাকবে না। কারণ ১০,০০০ কিঃ সাঃ-এ শতকরা ব্যবধান মাত্র ·১% অর্থাৎ সার্কিটের যে টিউনিং ডিফেক্ট আছে তার চেয়েও কম। সুতরাং দুটি ষ্টেশনের মধ্যে পার্থক্য বুঝা কিছুতেই সম্ভব নয়।

এ থেকে বুঝা যাচ্ছে যে, ভাল রেডিও গ্রাহক-যন্ত্র তাকেই বলা হবে যার অ্যাড্জেসেন্ট চ্যানেল (Adjecent channel)

সিলেকটিভিটি রেডিও ফ্রিকোয়েন্সীর (R. F.) হাইয়ার রেঞ্জও ভাল থাকবে। কি উপায়ে তা সম্ভব? পূর্ব্বের বর্ণনা থেকে বুঝা যায় যে, অ্যাড্‌জেসেন্ট্‌ চ্যানেল সিলেকটিভিটি পেতে হলে দুটি ষ্টেশনের মধ্যে শতকরা ব্যবধান (Percentage difference) বেশী হওয়া দরকার। শতকরা ব্যবধান বেশী পেতে হলে লো-ফ্রিকোয়েন্সী রেঞ্জে কাজ করতে হবে। এখন যদি এইরূপ কোন ব্যবস্থা করা যায় যে, আমাদের এরিয়ালে যে সিগন্যাল এসে পৌছায় তার সঙ্গে অপর একটি ফ্রিকো-য়েন্সী যোগ করে যদি একটি তৃতীয় ফ্রিকোয়েন্সীর সৃষ্টি করা হয়, তবে সিলেকটিভিটি ভাল পাওয়া যায়। এই যে তৃতীয় ফ্রিকোয়েন্সী একে বলে বিট্‌ ফ্রিকোয়েন্সী।

ধরা যাক, আমাদের ১000 কিঃ সাঃ ষ্টেশন টিউন করতে হবে। এখন ঐ ১000 কিঃ সাঃ এর সঙ্গে ১২00 কিঃ সাঃ দ্বিতীয় ফ্রিকোয়েন্সী মিশ্রিত করে দেওয়া হল। এদের বিয়োগ ফলে যে বিট্‌ ফ্রিকোয়েন্সী হবে তা হবে ২00 কিঃ সাঃ। এই বিট্‌ ফ্রিকোয়েন্সীকে বলে ইণ্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সী (I. F.)—এ সম্বন্ধে পরে আলোচনা করা হবে।

অতএব প্রধান ফ্রিকোয়েন্সী = ১000 কিঃ সাঃ

* অসিলেটর ফ্রিকোয়েন্সী = ১২00 কিঃ সাঃ

বিট্‌ ফ্রিকোয়েন্সী = ২00 কিঃ সাঃ

---

* ১২00 কিঃ সাঃ যা দ্বিতীয় ফ্রিকোয়েন্সী হিসাবে ধরা হল তাকে বলে অসিলেটর ফ্রিকোয়েন্সী—এ সম্বন্ধে পরে আলোচনা করা হবে।

অতএব শতকরা ব্যবধান—

২০০ কিঃ সাঃ ও ১০ কিঃ সাঃ

∴ ১..............$\frac{১০}{২০০}$.........

∴ ১০০............ = ৫ ....

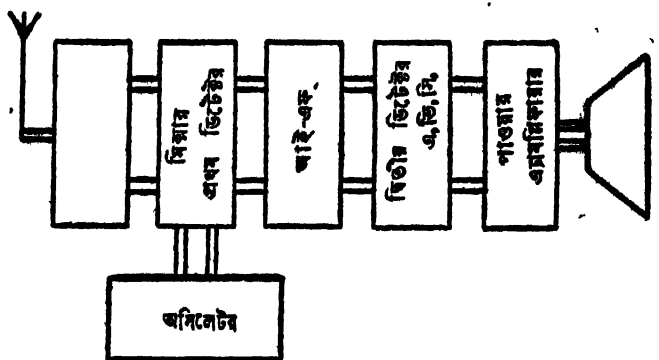
সুতরাং এ থেকে বুঝা যাচ্ছে যে কোন গ্রাহক-যন্ত্র থেকে ভাল সিলেকটিভিটি পেতে হলে তার মধ্যে একটি আলাদা হাই-ফ্রিকোয়েন্সী জেনারেট করার যন্ত্র বা সার্কিট বা ষ্টেজ থাকা দরকার। এই ষ্টেজকে বলা হয় অসিলেটর ষ্টেজ। সুপার-হেটেরোডাইন রিসিভারে এই ষ্টেজ বর্ত্তমান। তাই সুপারহেট রিসিভার প্রায় সকল দিক দিয়েই সুন্দর।

Test Questions

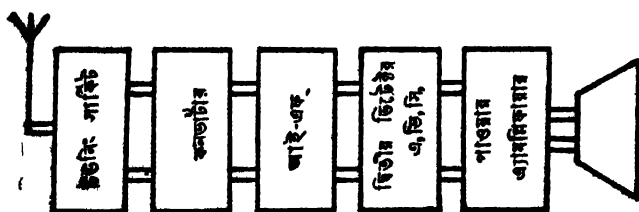
1. *What is the significance of the name "Superheterodyne" ?*
2. *Why the superheterodyne receiver is so popular now-a-days ? State your answer with reason.*
3. *Name the part which is known as the "Heart" of Superheterodyne receiver.*

ত্রয়োদশ অধ্যায়

জেনারেশন-অব-অসিলেশন

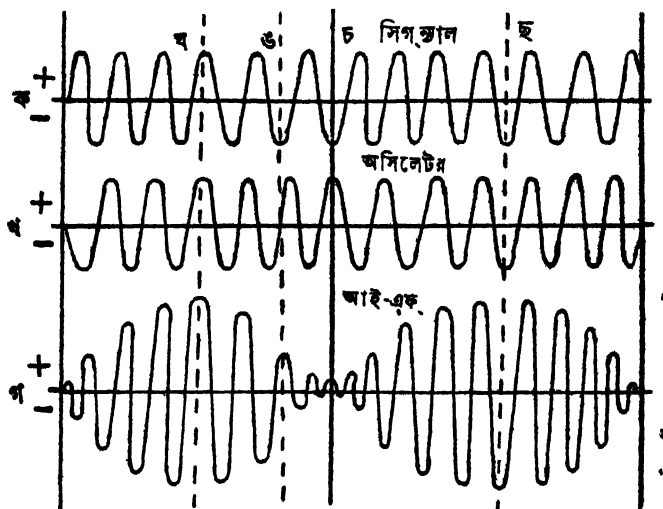
অসিলেটর (Oscillator)—পূর্ব্বেই আলোচনা করেছি যে, সুপারহেটেরোডাইন রিসিভারের এইরূপ নামকরণের একমাত্র কারণ এই অসিলেটর সার্কিট। অসিলেটর সার্কিট ব্যতীত এই রিসিভারকে "সুপারহেটেরোডাইন" বলা যায় না। তাই এই সার্কিটকে যিনি সম্পূর্ণরূপে আয়ত্ত করে নিতে পারেন;

১২৩ নং চিত্র—সুপারহেটেরোডাইন রিসিভারের ব্লক ডায়গ্রাম।
মিক্সার ও অসিলেটরকে আলাদাভাবে দেখান হয়েছে।

সুপারহেটেরোডাইন রিসিভার ডিজাইন বা সার্ভিসিং করা তার পক্ষে মোটেই শক্ত নয়। ১২৩ নং ও ১২৪ নং চিত্রে সুপারহেটেরোডাইন রিসিভারের দুটি ডায়গ্রাম ব্লক দেওয়া হল। চিত্র দুটি লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, ১২৩ নং চিত্রে দেখা

আছে টিউনিং সার্কিট, মিক্সার, অসিলেটর, আই-এফ এ্যামপ্লি-ফায়ার, দ্বিতীয় ডিটেক্টর, পাওয়ার এ্যামপ্লিফায়ার। ১২৪ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, ঐ মিক্সার ও অসিলেটরের পরিবর্ত্তে একটি মাত্র ষ্টেজ ব্যবহার করা হয়েছে। এই ষ্টেজকে বলা হয় কনভার্টার। দুটি সার্কিটের কাজ একই। কেহ একটি টিউব ব্যবহার করেই মিক্সার ও অসিলেটরের কাজ সম্পন্ন করেন। আবার কেহ আলাদা আলাদা টিউব ব্যবহার কোরে ঐ কাজ করে থাকেন। কিন্তু আলাদা আলাদা টিউব ব্যবহার করলে জায়গা ও খরচ বেশী হয়। তাই আধুনিক রেডিও ব্যবস্থায়

১২৪ নং চিত্র—মিক্সার ও অসিলেটরকে একত্রে কনভার্টার হিসাবে দেখান হয়েছে।

একটি টিউবই ব্যবহার করা হয়। এই অধ্যায়ে কেবলমাত্র আলাদা ভাবে আলোচনা করা হয়েছে। পরে অসিলেটর ও মিক্সার অর্থাৎ কনভার্টারকে এক সঙ্গে আলোচনা করা হবে।

প্রথমে দেখা যাক কি প্রকারে সিগন্যাল-ফ্রিকোয়েন্সী ও অসিলেটরী-ফ্রিকোয়েন্সী মিশ্রিত হয়ে ইন্টারমিডিয়েট বা বিট্ ফ্রিকোয়েন্সীর সৃষ্টি করে। যদি ১000 কিঃ সাঃ-এর ফ্রিকোয়েন্সীকে ১0১0 কিঃ সাঃ ফ্রিকোয়েন্সীর সঙ্গে মিশ্রিত করা যায়, তবে তাদের বিয়োগ ফল হবে ১0 কিঃ সাঃ। এই

যে দুটি ফ্রিকোয়েন্সী মিশ্রিত হয়ে, তৃতীয় ফ্রিকোয়েন্সীর সৃষ্টি করল একে বলা হয় আই, এফ, ফ্রিকোয়েন্সী অথবা বিট্ ফ্রিকোয়েন্সী। কি প্রকারে এই বিট্ ফ্রিকোয়েন্সী সৃষ্টি হয় ১২৫ নং চিত্রে তা অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। ইলেক্ট্রো-ম্যাগনেটিক থিওরী বা তথ্য অনুসারে যদি কোন সার্কিটে দুটি

১২৫ নং চিত্র—দুটি ফ্রিকোয়েন্সী মিলে বিট্-ফ্রিকোয়েন্সীর সৃষ্টি হল।

কারেন্টকে একত্র করা হয়, তবে তাদের রেজালটেণ্ট তাদের যোগফল বা বিয়োগ ফলের সমান হয়। ধরা যাক যদি কোন কারেণ্টের পজিটিভ পিকের শক্তি হয় ৫ আর অপর একটি কারেণ্টের নেগেটিভ পিকের শক্তি হয় ৫ তবে উভয়ের ফলাফল হবে শূন্য। কারণ তাদের এ্যামপ্লিটিউড সমান, কিন্তু ধর্ম্মে আলাদা। ফলে পরস্পর পরস্পরকে নিউট্রোলাইজ করে দেবে।

কিন্তু তারা প্রত্যেকেই যদি পজিটিভ ধর্মী হয়, তবে তাদের মোট এ্যামপ্লিটিউড হবে ৫+৫=১০ অর্থাৎ মোট এ্যামপ্লিটিউড বৃদ্ধি পাবে।

চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে তিনটি কার্ভ যথাক্রমে 'ক' 'খ' ও 'গ' দেওয়া আছে। আর তাদের পজিটিভ ও নেগেটিভ দিক চিহ্নিত করা আছে। ধরা যাক, প্রথম কার্ভটি সিগন্যাল ফ্রিকোয়েন্সী। দ্বিতীয়টি অসিলেটর ফ্রিকোয়েন্সী—আর, তৃতীয়টি আই, এফ। এখন দেখা যাক কি প্রকারে আই, এফ, সৃষ্টি হচ্ছে। প্রথম ক ও খ কার্ভের উৎপত্তিস্থল থেকে ধরলে দেখা যাবে যে উৎপত্তির সময় 'ক' কার্ভের পজিটিভ পোটেনশিয়ালের ভ্যালু ও 'খ' কার্ভের নেগেটিভ পোটেন-শিয়ালের ভ্যালু এক হওয়ায় মোট পোটেনশিয়াল জিরো হয়ে যায়। তৃতীয় কার্ভ 'গ'-তে তা দেখান হয়েছে। এই উৎপত্তি স্থলের পরই তাদের ভ্যালু ভ্যারি করছে। চিত্রে তা ডটেড্ লাইন দ্বারা দেখান হয়েছে, এইভাবে ভ্যালু ভ্যারি করতে করতে এমন এক সময় আসবে যখন তাদের ভ্যালু পুনরায় সমান হয়ে যাবে। কিন্তু পূর্ব্বে তাদের পোটেনশিয়াল পজিটিভ ও নেগেটিভ ছিল বলে, মোট ফল জিরো হয়েছিল—এখন তাদের পোটেনশিয়াল এক অর্থাৎ পজিটিভ থাকায় মোট ফল হবে তাদের উভয়ের যোগফলের সমান। ফলে কার্ভের এ্যামপ্লিটিউড বেড়ে যাবে। এইখানে তাদের উভয়ের পজিটিভ-নেস্ হবে ম্যাকসিমাম। কিন্তু এর পরই পুনরায় তাদের ভ্যালু ভ্যারি করতে থাকে অর্থাৎ পজিটিভ থেকে নেগেটিভের দিকে আসতে থাকে। ফলে তৃতীয় কার্ভের এ্যামপ্লিটিউডও কমতে থাকে। চিত্রে ডটেড্ লাইন দ্বারা দেখান হয়েছে যে, ঐ ডটেড্ লাইন 'ঙ' 'ক' কার্ভের ম্যাকসিমাম্ পজিটিভে থাকলেও তা 'খ' কার্ভের কিছু মধ্য দিয়ে গেছে। তাই তাদের

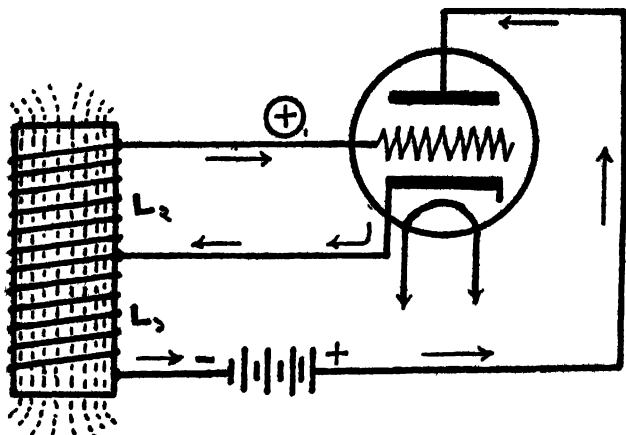
মোট মানও পূর্ব্ব অপেক্ষা কমে গেছে, সঙ্গে সঙ্গে তৃতীয় কার্ভের এ্যামপ্লিটিউডও কমে গেছে। এইরূপ ভাবে ক্রমশ এক সময় আসবে যখন তাদের ভ্যালু সমান হবে, কিন্তু পোটেনশিয়াল হবে পরস্পর বিপরীত—ফলে রেজালটেণ্ট হবে জিরো। চিত্রে 'চ' লাইন দ্বারা তা দেখান হয়েছে। এইরূপ ভাবে আবার এক সময় তাদের ভ্যালু সমান ও পোটেনশিয়ালও সমান হবে। ডটেড্ লাইন 'ছ' দ্বারা তা দেখান হয়েছে। কিন্তু লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, পূর্ব্বে যেমন তাদের ভ্যালু পজিটিভের দিকে সমান হয়েছিল, এবার তাদের ভ্যালু নেগে-টিভের দিকে সমান হয়েছে। এইভাবে সিগন্যাল ফ্রিকো-য়েন্সীর সঙ্গে অসিলেটরী ফ্রিকোয়েন্সী মিশ্রিত হয়ে তৃতীয় বা বিট্ ফ্রিকোয়েন্সীর সৃষ্টি হয়। এই তৃতীয় ফ্রিকোয়েন্সী সম্বন্ধে পরে আলোচনা করব। এই অধ্যায়ের আলোচ্য বিষয় হচ্ছে অসিলেটর।

পূর্ব্বেই বলেছি যে, **অসিলেশন সৃষ্টির মূলে রয়েছে ফিড-ব্যাক প্রথা।** অসিলেটর সার্কিটের সৃষ্টি করতে হলে দুটি প্রধান বিষয় লক্ষ্য রাখতে হয়।

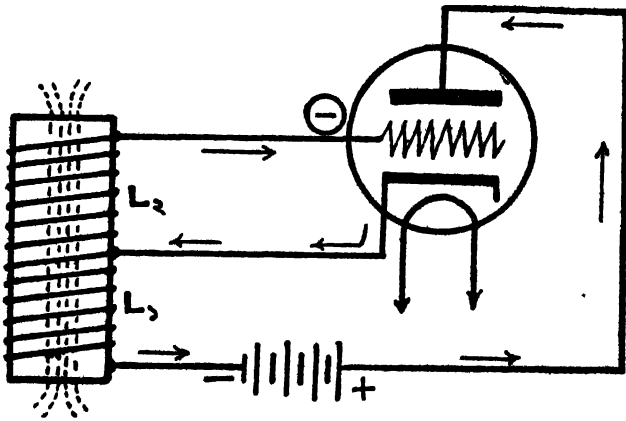
১। **প্লেট থেকে কিছু এনার্জী কণ্ট্রোল গ্রিড সার্কিটে দিতে হয়।**

২। **টিউনিং সার্কিটে যে এনার্জী লস্ হয়, প্লেট সার্কিট থেকে এনার্জী ফিড-ব্যাক করে তা পূরণ করতে হয়।** এই ফিড্-ব্যাকিং এনার্জী যাতে লস্-এনার্জীর সামান্য বেশী থাকে অথবা সমান সমান থাকে সে বিষয়ে লক্ষ্য রাখতে হয়।

এখন দেখা যাক, অসিলেটর সার্কিট কি প্রকারে কাজ করে। ১২৬ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, একটি ট্রায়োড টিউবকে এই কাজে ব্যবহার করা হয়েছে। কয়েলের দুটি মুখ যথাক্রমে গ্রিডে ও এইচ-টি-তে যুক্ত আছে, আর

ঐ কয়েলের মধ্যখানেই ক্যাথোড যুক্ত আছে। ফিলামেন্ট জ্বলতে আরম্ভ করলেই ক্যাথোড উত্তপ্ত হয়ে ইলেক্ট্রান এমিট করবে। ফলে প্লেট কারেন্ট ক্যাথোডের মধ্য দিয়ে কয়েলের নীচের দিকের মধ্য দিয়ে এইচ-টি-তে আসবে। এইভাবে এইচ-টি সার্কিটও সম্পূর্ণ হবে। এখন কয়েলের ধর্ম্ম অনুসারে যখন তার মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হবে, তখন একটি ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সৃষ্টি হবে। সেই ম্যাগনেটিক ফিল্ড

১২৬ নং চিত্র—প্রাথমিক অসিলেটর সার্কিট।

উপরের কয়েলে গিয়ে পৌঁছাবে। কিন্তু আমাদের জানা আছে যে, ফিলামেন্ট জ্বলার সঙ্গে-সঙ্গেই ক্যাথোডের মধ্য দিয়ে ম্যাকসিমাম প্লেট কারেন্ট প্রবাহিত হয় না। কারেন্ট জিরো থেকে ক্রমশঃ ম্যাকসিমাম হতে থাকে—যদিও সময় খুব কম লাগে। যখন নীচের কয়েল L_1-এর মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রথম প্রবাহিত হতে আরম্ভ করবে, তখন তার ম্যাগনেটিক্ ফিল্ড উপরের

কয়েল L_2-কে কাট করবে। ফলে L_2-তে কিছু ভোল্টেজ ইনডিউসড্ হবে। এই ইনডিউসড্ ভোল্টেজ পজিটিভ হওয়ায় গ্রিডও পজিটিভ হবে। ফলে প্লেট কারেন্ট আরও বৃদ্ধি পাবে। L_1-এর মধ্য দিয়েও বেশী কারেন্ট প্রবাহিত হবে। সুতরাং গ্রিডে আরও বেশী শক্তির পজিটিভ ভোল্টেজ উপস্থিত হবে। অর্থাৎ গ্রিড আরও বেশী পজিটিভ হবে। কিন্তু টিউবের ক্যারেকটারষ্টিক্স অনুসারে এমন এক সময় আসবে যখন

১২৭ নং চিত্র—ম্যাগনেটিক ফিল্ড কয়েলের মাঝখানে একত্রিত হয়েছে।

প্লেট কারেন্ট আর বৃদ্ধি পাবে না। যখনই প্লেট কারেন্ট ম্যাকসিমামে পৌঁছাবে—কয়েলের ম্যাগনেটিক ফিল্ডও স্থির হয়ে যাবে, তখন গ্রিডে কোন পজিটিভ ভোল্টেজ ইনডিউসড্ হবে না। ফলে সঙ্গে সঙ্গে প্লেট কারেন্ট কমতে আরম্ভ করবে, আর ম্যাগনেটিক ফিল্ডও কয়েলের মাঝখানে একত্রিত হতে থাকবে। ১২৭ নং চিত্রে তা দেখান হয়েছে, এখন যে ম্যাগনে-

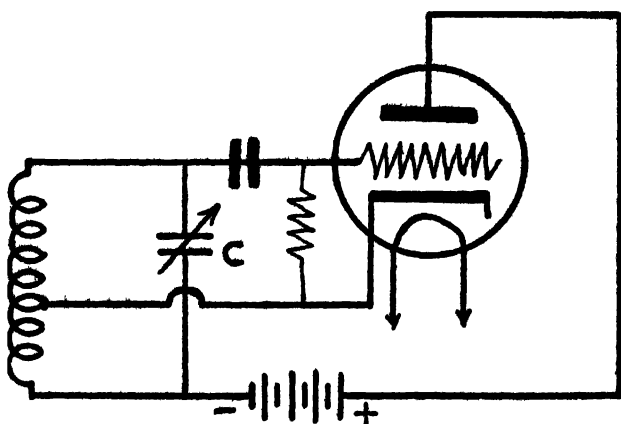
টিক ফিল্ডের সৃষ্টি হলো তা বিপরীত ধর্ম্মী হওয়ায় গ্রিডও বিপরীত ধর্ম্মী অর্থাৎ নেগেটিভ হতে থাকবে। ফলে প্লেট কারেন্টও কমতে থাকবে, আর সঙ্গে সঙ্গে কয়েলের ম্যাগনেটিক ফিল্ডও ভ্যারি করতে থাকবে ; সুতরাং গ্রিডে কিছু ভোল্টেজ ইনডিউসড্ হবে। এইভাবে গ্রিড নেগেটিভ হতে থাকলে প্লেট কারেন্টও কমতে থাকবে। কিন্তু এমন এক সময় আসবে যখন কারেন্ট আর কমতে পারবে না। প্লেট কারেন্ট একেবারে তার মিনিমাম ভ্যালুতে এসে পৌঁছালে পুনরায় কয়েলের ম্যাগনেটিক ফিল্ড স্থির হয়ে যাবে। ফলে কয়েলের উপরের অংশে অর্থাৎ গ্রিডে কোন ভোল্টেজ ইনডিউসড্ হবে না। সুতরাং গ্রিড তার পূর্ব্বের নেগেটিভনেস্ হারিয়ে ফেলবে অর্থাৎ জিরো পোটেনশিয়ালে থাকবে। এই সময় প্লেট কারেন্ট পুনরায় বৃদ্ধি পেতে থাকবে, ফলে গ্রিড পুনরায় চার্জ্জড্ হবে—কিন্তু এবারে পজিটিভ দিকে। ফলে পুনরায় পূর্ব্বের ন্যায় অবস্থা দেখা দেবে। এইভাবে অসিলেটর সার্কিট কাজ করে।

অসিলেটর সার্কিট (Oscillator Circuit)—রেডিও ও ট্রান্সমিটারের কাজে বহু প্রকারের অসিলেটর সার্কিট ব্যবহার করা হয়ে থাকে—তাদের মধ্যে যেগুলি সহজ অথচ প্রচলিত এখন সেগুলিই আলোচনা করবো। সাধারণত যেগুলি প্রচলিত আছে তাদের নাম যথাক্রমে :—

১। **হার্টলী অসিলেটর।**
 (a) **সিরিজ ফেড্।**
 (b) **প্যারাল্যাল ফেড্**
২। **টিক্লার্স অসিলেটর।**
৩। **কলপিটস্ অসিলেটর।**
৪। **টিউণ্ড-গ্রিড, টিউণ্ড-প্লেট অসিলেটর।**

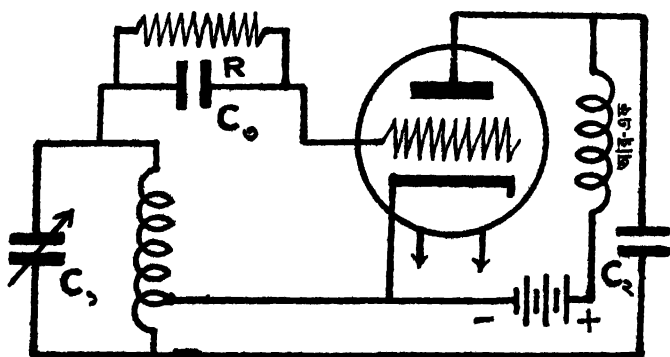
৫। ইলেকট্রন-কাপলিং অসিলেটর।
৬। ক্রিষ্টাল অসিলেটর।

হার্টলী অসিলেটর (Hartley's oscillator)—এই অসিলেটর সার্কিট সকল দিক দিয়ে সহজ হওয়ায় আধুনিক রেডিও গ্রাহক যন্ত্রে এর প্রচলন অধিক দেখা যায়। এই অসিলেটর সাধারণত দুই প্রকারের হয়ে থাকে।

১। সিরিজ ফেড্।
২। প্যারালাল ফেড্।

১২৮ নং চিত্র—সিরিজফেড্ অসিলেটর সার্কিট।

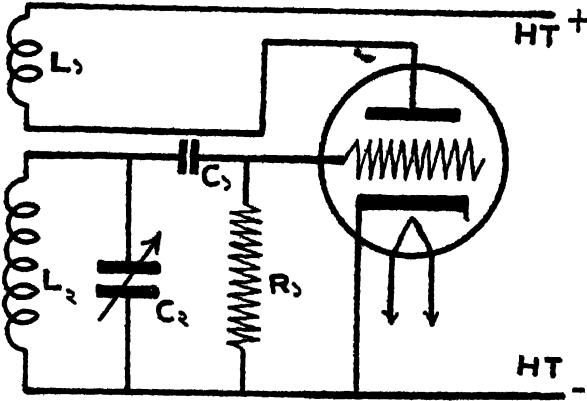
১২৮ নং চিত্রে সিরিজ ফেড্ হার্টলী অসিলেটরের একটি সহজ চিত্র অঙ্কন করা হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, পূর্ব্বে ১২৬ নং ও ১২৭ নং চিত্রে যে প্র্যাকটিক্যাল কয়েল দিয়ে ডায়গ্রাম্ অঙ্কন করা হয়েছে তা থেকে যদি স্কিমেটিক সার্কিট অঙ্কন করা হয়, তবে তা ১২৮ নং চিত্রের ন্যায় হবে। তবে

তফাৎ এই যে ১২৬ নং ও ১২৭ নং চিত্রে কোন কনডেন্সার বা রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করা হয়নি; কিন্তু দুটি সার্কিটের কাজ একই। সুতরাং পৃথক ভাবে আর এ সম্বন্ধে আলোচনা করব না। তবে এখানে কয়েলের সঙ্গে প্যারাল্যালে ভেরিয়েবল কনডেন্সার ব্যবহাব করা হয়েছে কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি ভ্যারি করে ঠিক মত স্থির অসিলেশন পাবার জন্য।

১২৯ নং চিত্রে প্যারাল্যাল ফেড্ অসিলেটররের সার্কিট অঙ্কন করা হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, গ্রিড সার্কিট ও প্লেট সার্কিটের মধ্যে কনডেন্সার $C_২$ দ্বারা উভয়কে

১২৯ নং চিত্র—প্যারাল্যালফেড্ অসিলেটর সার্কিট।

কাপলিং করা হয়েছে। গ্রিডেব সঙ্গে প্যারাল্যালে একটি কনডেন্সার $C_৩$ ব্যবহার করা হয়েছে। এই কনডেন্সারের কাজ হচ্ছে অসিলেশন প্রবাহের পথকে সুগম করা। আর রেজিষ্ট্যান্স 'R' গ্রিডকে ঠিকমত পোটেনশিয়ালে রাখার কাজে ব্যবহার করা হয়েছে।

চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, কয়েল L-এর নীচের

অংশ ক্যাথোড ও প্লেটের মধ্যে যুক্ত আছে। আর এই কয়েল ও প্লেটের সঙ্গে সিরিজে একটি কনডেন্সার $C_২$ ব্যবহার করা হয়েছে। অতএব যখন ক্যাথোডের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হবে তখন কনডেন্সার $C_২$-এর প্লেটগুলি একবার চার্জ ও একবার ডিসচার্জ হতে থাকবে। ফলে ঐ কয়েল নির্দ্দিষ্ট ভোল্টেজ পাবে—সঙ্গে সঙ্গে ম্যাগনেটিক ফিল্ডেরও সৃষ্টি করবে। এর পরের কাজ ঠিক সিরিজ ফেড্ সার্কিটের ন্যায় হতে থাকবে। কনডেন্সার $C_১$ অসিলেটরী-ফ্রিকোয়েন্সীর পথে কম ইম্প-

১৩০ নং চিত্র—টিকলার্স অসিলেটর সার্কিট।

ডেন্স-এর সৃষ্টি করবে। অসিলেশন যাতে পাওয়ার সাপ্লাইতে চলে যেতে না পারে তার জন্য একটি আর, এফ্, চোক্-কয়েল ব্যবহার করা হয়েছে।

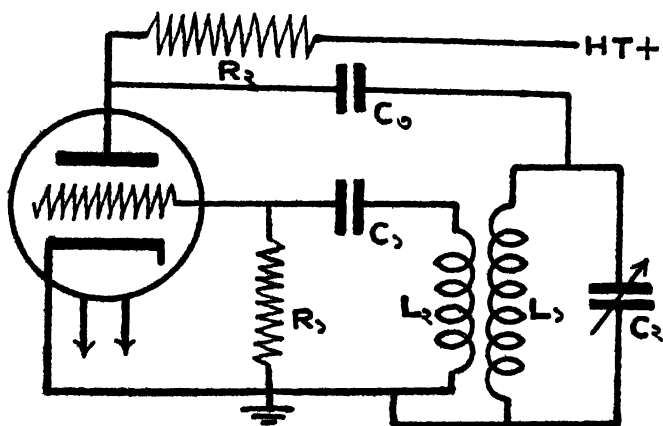
টিকলার্স অসিলেটর (Tickler's Oscillator)—১৩০ নং চিত্রে টিকলার্স অসিলেটর সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

এখানে কয়েল L_1 ও L_2 পরস্পর ইনডাকটিভলী ক্যাপলড্ অর্থাৎ কয়েল L_1 ও কয়েল L_2 এর ম্যাগনেটিক ফিল্ড পরস্পর পরস্পরকে কার্ট করবে। কয়েল L_1-এর মধ্য দিয়ে যখন এইচ, টি (+) ভোল্টেজ প্রবাহিত হবে, তখন L_1-এর অ্যাক্রসে ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সৃষ্টি হবে। এখন ফিলামেন্ট জ্বলে উঠায় ক্যাথোড-ইলেকট্রন এমিট করবে। ফলে কনডেন্সার C_1-এর অ্যাক্রসে কারেন্টের সৃষ্টি হবে। কয়েল L_1-এর ম্যাগনেটিক ফিল্ড L_2-কে কার্ট করায় গ্রিডে মোমেন্টারী ভোল্টেজ ইনডিউসড্ হবে। ফলে যখন গ্রিড নেগেটিভ হবে তখন আই-পি (I-p) অর্থাৎ প্লেট কারেন্ট কমে যাবে, ফলে L_1-এর ম্যাগনেটিক ফিল্ডও কমে যাবে, আর L_2-এর উপরের দিকে কম ভোল্টেজ ইনডিউসড্ হবে অর্থাৎ নেগেটিভ হবে। সেই সময় গ্রিড হবে পজিটিভ। ফলে প্লেট কারেন্টও বৃদ্ধি পাবে। সুতরাং এইভাবে 'Eg' অর্থাৎ গ্রিড ভোল্টেজ ও Ip অর্থাৎ প্লেট কারেন্ট উভয়েই পরস্পরের উপর নির্ভর করে অসিলেট করতে থাকবে। 'Eg' সামান্য চেঞ্জ অর্থাৎ পরিবর্ত্তিত হলে Ip-ও পরিবর্ত্তিত হবে। আবার Ip পরিবর্ত্তিত হলে Eg-ও পরিবর্ত্তিত হবে। সুতরাং Eg অথবা Ip-এর পরিবর্ত্তনের সময়ের উপর অসিলেশনের ফ্রিকোয়েন্সী নির্ভর করছে। আবার Eg বা Ip-এর পরিবর্ত্তন নির্ভর করছে সার্কিটের ইম্পিডেন্সের উপর। সার্কিটের ইম্পিডেন্স কম হলে যদিও Eg বা Ip-কে পরিবর্ত্তন করতে সময় কম নেবে তথাপি একা এই লো-ইম্পিডেন্স হাই-ফ্রিকোয়েন্সীর অসিলেশন সৃষ্টি করতে পারবে না। সুতরাং এফেক্টিভ্ ফ্রিকোয়েন্সী হাই-ইম্পিডেন্স সার্কিটের উপর নির্ভর করে। ধরা যাক্ গ্রিডে যে কয়েল ব্যবহার করা হয়েছে তার তারের পাক-সংখ্যা বেশী অর্থাৎ তার ইম্পিডেন্স বেশী। সুতরাং Eg-কে পরিবর্ত্তন করতে এই

কয়েল প্লেট কয়েল অপেক্ষা বেশী সময় নেবে। কারণ প্লেট কয়েলের তারের পাক-সংখ্যা কম—অর্থাৎ ইম্পিডেন্স কম। সুতরাং প্লেট কারেণ্ট তাড়াতাড়ি পরিবর্ত্তিত হবে। তথাপি Eg যতক্ষণ না পরিবর্ত্তিত হচ্ছে ততক্ষণ তার নিজেব পরবর্ত্তী পবিবর্ত্তনের জন্য অপেক্ষা করতে হবে। তাই এখানে Eg বা Ip নিজ নিজ পরিবর্ত্তনের জন্য কত সময় নেবে তা নির্ভর কবছে গ্রিড সার্কিটের ইম্পিডেন্সের উপর। সুতরাং অসিলেশনেব এফেক্‌টিভ্‌ ফ্রিকোয়েন্সীও নির্ভর করছে গ্রিড সার্কিটের ইম্পিডেন্সেব উপর। তাই এখানে অসিলেশনের ফ্রিকোয়েন্সীকে ইচ্ছামত কম বেশী কবার জন্য কয়েল L_2-এব সঙ্গে প্যারাল্যালে ভেবিয়েবল কনডেন্সার C_2-কে লাগান হয়েছে। আবার যেখানে প্লেট কয়েলেব ইম্পিডেন্স বেশী, সেখানে ঐ কনডেন্সাবটিকে প্লেট কয়েলের অ্যাক্রসে ব্যবহার করা হয়ে থাকে। এইভাবে গ্রিডকে কণ্ট্রোল করা হয় বলে ১৩০ নং চিত্রে অঙ্কিত টিকলার্স সার্কিটকে **"টিউণ্ড-গ্রিড অসিলেটর"** বলা হয়।

১৩১ নং চিত্রে টিকলার্স অসিলেটর সার্কিটের অপর একটি চিত্র অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এই সার্কিটকে বলা হয় **"টিকলার্স টিউণ্ড-প্লেট অসিলেটর"**। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, প্লেটে একটি "লোড" রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করা হয়েছে। অর্থাৎ এইচ, টি (+) কে এই সার্কিটের মধ্য দিয়ে প্লেটে দেওয়া হয়েছে। প্লেট ও L_1-এর মধ্যে C_3 একটি কনডেন্সার ব্যবহার করা হয়েছে। এই কনডেন্সারকে বলা হয় **"অসিলেটর ফিড-ব্যাক কনডেন্সার"**। L_1 কয়েলের পাক-সংখ্যা L_2 কয়েল অপেক্ষা বেশী। তাই তার ইম্পিডেন্সও বেশী। সুতরাং ঐ কয়েলের অ্যাক্রসে C_2 ভেরিয়েবল কনডেন্সারকে ব্যবহার করা হয়েছে।

যখন প্লেটে এইচ, টি (+) সাপ্লাই সরবরাহ করা হবে তখন $C_৩$ কনডেন্সার (পজিটিভ চার্জ অনুসারে) চেসিস্ থেকে ইলেকট্রন টেনে নেবে। অর্থাৎ নিজে চার্জড হবে। যখন $R_২$ রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হবে, তখন $R_২$এর অ্যাক্রসে কিছু ভোল্টেজ ড্রপ হবে—সুতরাং Ip অর্থাৎ প্লেট কারেন্ট বৃদ্ধি পাবে—আর প্লেট ভোল্টেজ কমে যাবে। অর্থাৎ ভোল্টেজের পজিটিভনেস কমে যাবে। ফলে $C_৩$ কনডেন্সাব নিজ দেহ থেকে কিছু ইলেকট্রন ছেড়ে দেবে।

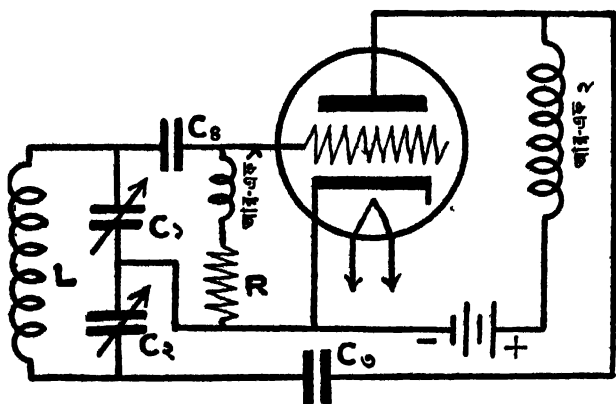
১৩১ নং চিত্র—টিকলার্স টিউণ্ড-প্লেট অসিলেটর।

ঐ ইলেকট্রনস্ যখন কয়েল $L_১$-এর মধ্য দিয়ে চেসিসে প্রবাহিত হবে তখন $L_১$-এর অ্যাক্রসে ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সৃষ্টি হবে। ফলে কয়েল $L_২$-তে কিছু ভোল্টেজ ইনডিউস্ড্ হবে। যদি এই ভোল্টেজ নেগেটিভ হয়, তবে প্লেট কারেন্ট কমে যাবে। সুতরাং প্লেটে ভোল্টেজ বৃদ্ধি পাবে। অর্থাৎ $R_২$ রেজিষ্ট্যান্সের অ্যাক্রসে কম ভোল্টেজ-ড্রপ ঘটবে। প্লেট ভোল্টেজ বৃদ্ধি পাওয়া

মানে তার পজিটিভনেস্ বৃদ্ধি পাওয়া। সুতরাং প্লেট পূর্ব্বাপেক্ষা পজিটিভ হওয়ায় কনডেন্সার C_3ও পজিটিভ হবে ; অর্থাৎ চেসিস থেকে ইলেকট্রন টেনে নেবে। ফলে পূর্ব্বে যেমন ইলেকট্রন কনডেন্সার থেকে চেসিসে গিয়েছিল এবার ঠিক তার উল্টো হবে ; অর্থাৎ ইলেকট্রন চেসিস থেকে কনডেন্সারে যাবে। ফলে ম্যাগনেটিক ফিল্ডের পোলারিটিও পরিবর্ত্তিত হয়ে যাবে। পূর্ব্বে নেগেটিভ ছিল এবার হবে পজিটিভ ; সুতরাং গ্রিডেও পজিটিভ ভোল্টেজ ইনডিউসড হবে। গ্রিড পজিটিভ হলে প্লেট কারেন্ট বৃদ্ধি পাবে—সঙ্গে সঙ্গে প্লেট ভোল্টেজ কমে যাবে ; অর্থাৎ প্লেট পজিটিভ থেকে নেগেটিভের দিকে আসবে। পূর্ব্বেই বলা হয়েছে প্লেট ভোল্টেজ কমে গেলেই কনডেন্সার নিজ দেহ থেকে ইলেক্‌ট্রন ছেড়ে দেবে। তাই এবার ইলেক্‌ট্রন কনডেন্সার থেকে চেসিসে যাবে ; সুতরাং আবার পূর্ব্বের ন্যায় অবস্থায় এসে পৌঁছিবে। এইভাবে গ্রিডের পোলারিটি পরিবর্ত্তিত হতে থাকবে। ফলে টিউবটি আপনা থেকেই অসিলেট করতে থাকবে।

এইভাবে রেজিষ্ট্যান্স R_2 অসিলেটরী ভোল্টেজ-ড্রপের সৃষ্টি করে। তাই এই রেজিষ্ট্যান্সকে বলা হয় **"অসিলেটর প্লেট লোড"**। এখানে প্লেট কয়েলের ইম্পিডেন্সকে কনডেন্সার দ্বারা ভ্যারি করা হয় বলে এই সার্কিটকে বলা হয় **"টিউণ্ড প্লেট অসিলেটর"**।

কলপিটস্ অসিলেটর (Colpit's oscillator)—১৩২ নং চিত্রে এক প্রকারের অসিলেটর সার্কিট অঙ্কন করা হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে সহজেই অনুমান করা যাবে যে, হার্টলী অসিলেটর সার্কিট অপেক্ষা এই সার্কিট বেশী জটিল—কিন্তু হার্টলী অসিলেটর অপেক্ষা এই অসিলেটর থেকে বেশী স্থির (Stable) অসিলেশন পাওয়া যায়। এই সার্কিটকে বলা

হয় কলপিটস্ অসিলেটর। এর থিওরী হার্টলী অসিলেটরের সঙ্গে প্রায় সমান বললেই হয়। একমাত্র পার্থক্য এর গ্রিডকে এক্সাইট করার ভোল্টেজ ট্যাঙ্ক সার্কিটের (এ সম্বন্ধে পরে আলোচনা করা হবে) একটি কনডেন্সার থেকে নেওয়া হয়েছে :

চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে কনডেন্সার $C_২$ ও $C_৩$ পরস্পর সিরিজে যুক্ত আছে। অসিলেটর টিউবের প্লেট ও ক্যাথোডে যে ভোল্টেজ দেওয়া হয়, তার প্রবাহের পথেই

১৩২ নং চিত্র—কলপিটস্ অসিলেটর সার্কিট।

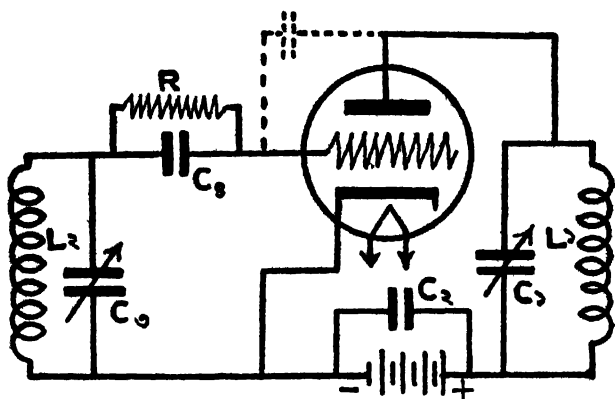
ঐ কনডেন্সার অবস্থিত। কনডেন্সার $C_১$, $C_২$ ও কয়েল L টিউনিং সার্কিটের কাজ করে। এই সম্পূর্ণ সার্কিটটিকে কনডেন্সার $C_৩$ প্লেটের সঙ্গে ক্যাপলিং করেছে। কনডেন্সার $C_৩$-এর পোলারিটি যেরূপ ভাবে পরিবর্ত্তিত হবে সেই অনুসারে টিউনিং সার্কিটের মধ্য দিয়ে অল্টারনেটিং কারেন্টও প্রবাহিত হবে। চিত্রে $C_১$ ও $C_২$ হিসাবে ভেরিয়েবল কনডেন্সার

ব্যবহার করা হয়েছে। এই কনডেন্সারকে কমবেশী করে নির্দ্দিষ্ট পরিমাণ গ্রিড-এক্সাইটেশন ভোল্টেজ পাওয়া যায়, ফলে অসিলেশন ফ্রিকোয়েন্সীও খুব ষ্টেবল হয়ে থাকে।

এখন একটি জিনিষ মনে রাখতে হবে যে, কনডেন্সার C_1 ও C_2 এখানে ভোল্টেজ ডিভাইডারের কাজ করছে; অর্থাৎ যদি আমরা গ্রিড সার্কিটকে ঐ কনডেন্সারদ্বয়ের সঙ্গে যুক্ত করি তবে গ্রিডে যে ভোল্টেজ দেওয়া হবে তা ঐ কনডেন্সারদ্বয়ের মিলিত ক্যাপাসিটির উপর নির্ভর করবে। কনডেন্সার C_1এর ক্যাপাসিটি বেশী হলেই গ্রিডে এক্সাইটেশন ভোল্টেজও কমে যাবে। সুতরাং এখানে সম্পূর্ণ কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি হবে কনডেন্সার C_1 ও C_2এর মিলিত ক্যাপাসিটির সমান। আমাদের জানা আছে যে, যেহেতু কনডেন্সারদ্বয় সিরিজে যুক্ত আছে সেহেতু প্রত্যেকটি কনডেন্সারের ক্যাপাসিটি হবে সার্কিটের মোট ক্যাপাসিটির দ্বিগুণ; অর্থাৎ যদি সার্কিটের মোট ক্যাপাসিটি দরকার হয় ২০০ মাইক্রো মাইক্রো ফ্যারাড্ তবে প্রত্যেকটি কনডেন্সারের নিজ নিজ ক্যাপাসিটি হবে ২০০ × ২ = ৪০০ $\mu\mu fd$ অর্থাৎ C_1 হবে ৪০০ $\mu\mu fd$ আর C_2 হবে ৪০০ $\mu\mu fd$.

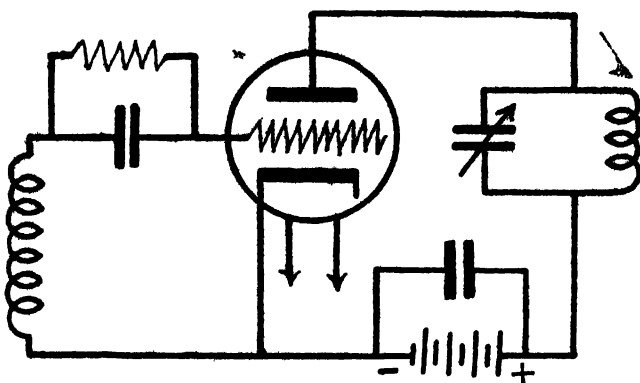
টিউণ্ড-গ্রিড, টিউণ্ড-প্লেট অসিলেটর (Tuned grid, tuned plate oscillator)—১৩৩ নং চিত্রে টিউণ্ড-গ্রিড, টিউণ্ড-প্লেট অসিলেটরের সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। অনেকে এই সার্কিটকে "**আর্মষ্ট্রং অসিলেটর**"ও বলে থাকেন। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, গ্রিডে ও প্লেটে দুটি পৃথক সার্কিট বা ট্যাঙ্ক সার্কিট ব্যবহার করা হয়েছে। এই সার্কিটের মধ্যে কোন ইলেকট্রো-ম্যাগনেটিক ক্যাপলিং নাই; অর্থাৎ একের ম্যাগনেটিক ফিল্ড অপরকে কার্ট করতে পারে না। অনেকে বলতে পারেন তা হলে কি করে প্লেট থেকে গ্রিডে

এনার্জী ফিড্‌-ব্যাক করবে? পূর্ব্বেই বলেছি যে টিউবের একটি ইন্টারন্যাল-ক্যাপাসিটি আছে। এখানে এই ইন্টারন্যাল-ক্যাপাসিটিই প্লেট থেকে গ্রিডে এনার্জী ফিড-ব্যাক করতে সাহায্য করে। চিত্রে একটি ডটেড্‌ কনডেন্সার দ্বারা গ্রিড ও প্লেটের ইন্টারন্যাল ক্যাপাসিটিকে দেখান হয়েছে।

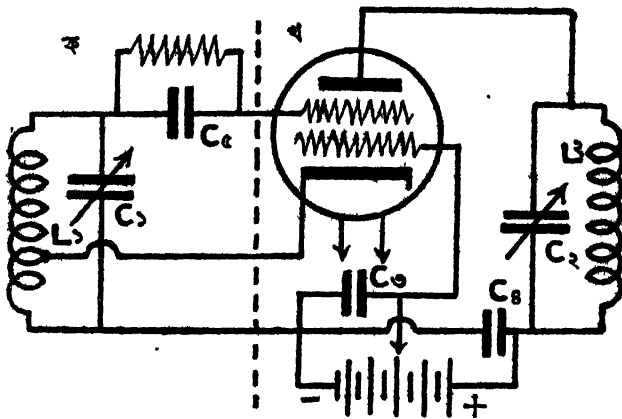
এই সার্কিট দ্বারা যে অসিলেটরী সিগন্যাল জেনারেট করা হয় তার ফ্রিকোয়েন্সী প্লেট ও গ্রিডের ট্যাঙ্ক সার্কিটের উপর নির্ভর করে। কিন্তু বেশীর ভাগ অংশ নির্ভর করে প্লেট

১৩৩ নং চিত্র—টিউণ্ড-গ্রিড, টিউণ্ড-প্লেট অসিলেটর।

সার্কিটের উপর। প্লেটের ট্যাঙ্ক সার্কিট যে ফ্রিকোয়েন্সীতে টিউণ্ড থাকে—গ্রিডের ট্যাঙ্ক সার্কিট তার চেয়ে সামান্য কম ফ্রিকোয়েন্সীতে টিউণ্ড থাকে। প্লেটের ট্যাঙ্ক বা টিউনিং সার্কিট $L_১$ ও $C_১$ এবং গ্রিডের ট্যাঙ্ক সার্কিট $L_২$ ও $C_৩$-এর দ্বারা গঠিত। কনডেন্সার $C_২$ ও $C_৪$ আর, এফ, অসিলেশনকে সহজে বাইপাস করার জন্য ব্যবহার করা হয়েছে। আর রেজিস্ট্যান্স R গ্রিডকে ঠিক মত 'C' পোটেনশিয়াল সরবরাহ করে।

১৩৪ নং চিত্রে আর্মস্ট্রং অসিলেটরের অপর একটি সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এই সার্কিট ১৩৩ নং চিত্রের সঙ্গে প্রায়ই সমান, কেবল পার্থক্য এই যে এর গ্রিড-ট্যাঙ্ক সার্কিটে কোন ভেরিয়েবল কনডেন্সার ব্যবহার করা হয় নি। ফলে গ্রিড সার্কিটের টিউনিং একমাত্র এই কয়েলের ক্যাপাসিটির উপরই সম্পূর্ণ নির্ভর করে।

এই সার্কিটটি বেশ সমাদর লাভ করেছিল। কারণ একটি ভেরিয়েবল কনডেন্সার না থাকায় সার্কিট প্রস্তুত করার খরচও

১৩৪ নং চিত্র—আর্ম ষ্ট্রং অসিলেটর।

কম ছিল। আর কয়েল যদি একবার গ্রিডের সঙ্গে ম্যাচ্ করে যায়, তবে টিউনিং-এর আর কোন অসুবিধা থাকে না। তথাপি এই সার্কিট বিশেষ প্রচলন লাভ করতে পারে নি। কারণ গ্রিড-কয়েল একটি মাত্র ফ্রিকোয়েন্সীতে রেজোনেন্ট থাকায় কোন প্রকারেই প্রয়োজন মত ফ্রিকোয়েন্সী কম বেশী করা যায় না।

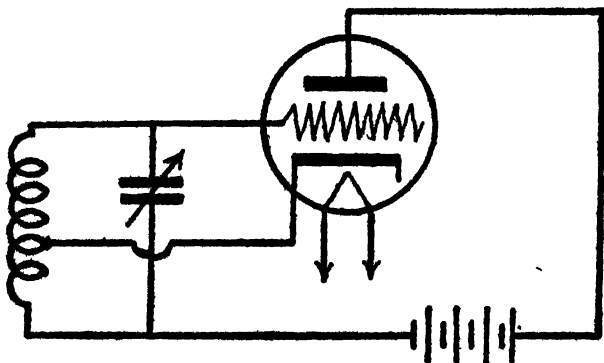
ইলেকট্রন ক্যাপলিং অসিলেটর (Electron coupling oscillator)—এতক্ষণ যে সকল অসিলেটর সার্কিট সম্বন্ধে আলোচনা করা হল, এই ইলেকট্রন-ক্যাপলিং অসিলেটর তাদের থেকে এক প্রকার ভিন্ন প্রকৃতির বললেই হয়। পূর্ব্বের যে-কোন অসিলেটর সার্কিট লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, ঐ সার্কিটে অসিলেটর হিসাবে যে টিউব ব্যবহার করা হয়েছে তা "ট্রায়োড" টিউব। কিন্তু ১৩৫ নং চিত্রে যে টিউব ব্যবহার করা হয়েছে তা "স্ক্রিন-গ্রিড" বা "টেট্রোড" টিউব। প্রকৃত পক্ষে এই

১৩৫ নং চিত্র।

সার্কিটকে কেবল অসিলেটর সার্কিট বলা যায় না। কারণ এই সার্কিট একই সময়ে অসিলেটর ও এ্যামপ্লিফায়ারের কাজ করে থাকে, আর তাদের মধ্যে ইলেকট্রনিক-ক্যাপলিং বর্ত্তমান; অর্থাৎ লোড-এর ভ্যালু পরিবর্ত্তন করলেও তা অসিলেটরের এ্যাডজাষ্টমেন্ট-এর উপর প্রভাব বিস্তার করতে পারে না। তাই এই সার্কিট থেকে পূর্ব্বের যে কোন সার্কিট অপেক্ষা বহুগুণে স্থির (stable) ফ্রিকোয়েন্সী পাওয়া যায়।

১৩৫ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে ঐ, চিত্রকে ডটেড লাইন দ্বারা দু ভাগে ভাগ করা হয়েছে "ক" ও "খ"। এই "ক" অংশ অর্থাৎ যে অংশ থেকে অসিলেশন পাওয়া যায়, তা প্রায় হার্টলী-অসিলেটরের সঙ্গে সমান। এই চিত্রে দুটি টিউনিং সার্কিট আছে। কয়েল ও কনডেন্সার L_1 ও C_1 গ্রিড ট্যাঙ্ক সার্কিটের ও L_2 এবং C_2 প্লেট টিউনিং সার্কিটের সৃষ্টি করে। এই টিউবের স্ক্রিন-গ্রিডও একটি প্লেটের কাজ করে। সুতরাং এই স্ক্রিন-গ্রিড থাকার জন্য প্লেট ও ক্যাথোডের মধ্যে কাপলিং হিসাবে ইলেকট্রিক কারেন্ট ব্যতীত অপর কিছুই নাই। অর্থাৎ গ্রিডের ভোল্টেজ পরিবর্ত্তন করলে তা যে কেবল স্ক্রিনগ্রিড ও ক্যাথোড কারেন্টের উপরই প্রভাব বিস্তার করবে তা নয়—প্লেট কারেন্টের উপরও প্রভাব বিস্তার করবে। এই সার্কিটের প্লেটে লোড হিসাবে কয়েল ও কনডেন্সারই যে ব্যবহার করতে হবে তার কোন মানে নাই। সাধারণ রেজিষ্ট্যান্সও ব্যবহার করা যায়। কয়েল ও কনডেন্সার ব্যবহার করলে দুটা ট্যাঙ্ক সার্কিট বা L_1 ও C_1-এর প্রাথমিক ফ্রিকোয়েন্সীর সঙ্গে রেজোনেন্স-এ রাখতে হয়। চিত্রে কনডেন্সার C_3 ও C_5 অসিলেশন-এর প্রবাহ পথে লো ইম্পিডেন্সের সৃষ্টি কোরে প্লেট ও গ্রিডের মধ্যে একটি সম্পূর্ণ সার্কিটের সৃষ্টি করে। পূর্ব্বেই বলেছি কনডেন্সার C_4 সিগন্যালের প্রবাহ পথকে সুগম করার কাজে ব্যবহার করা হয়।

অসিলেটর টিউনিং (Oscillator tuning)—অনেক সময় দেখা যায় যে, কতকগুলি কারণে অসিলেশনের ফ্রিকোয়েন্সী পরিবর্ত্তিত হয়। আবার কোন কোন সাধারণ অসিলেটর সার্কিট ঐ সকল কারণে অসিলেট করতে অর্থাৎ অসিলেটরী ফ্রিকোয়েন্সী জেনারেট করতে পারে না। যে সকল কারণে এই অবস্থার সৃষ্টি হয় পর পৃষ্ঠায় তা দেওয়া হল।

১। কয়েলের ইনডাকটেন্স
২। টিউবের ক্যার‍্যাকটারিষ্টিকস্
৩। টিউবের ইণ্টারন্যাল ক্যাপাসিটি
৪। সার্কিটের রেজিষ্ট্যান্স

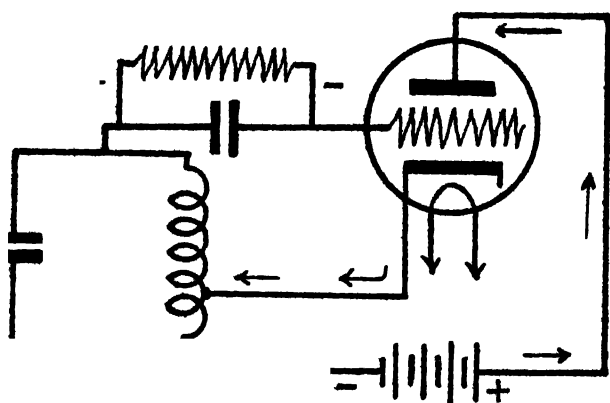
এই চারিটি ফ্যাক্টর টিউব কর্ত্তৃক জেনারেটেড অসিলেশনের ফ্রিকোয়েন্সীর উপর প্রভাব বিস্তার করে। তবে পাওয়ার বা এইচ, টি (+) সাপ্লাইয়ের ভোল্টেজও অসিলেশনের উপর কিছু কিছু প্রভাব বিস্তার করে।

১৩৬ নং চিত্র একটি সাধারণ অসিলেটর সার্কিট।

এখানে একটি কথা বলে রাখা প্রয়োজন যে, অসিলেটর সার্কিটে ব্যবহৃত টিউব নিজে অসিলেট করে না। তা কেবল প্লেট কারেন্টের জন্য অটোমেটিক ভ্যালভ-এর কাজ করে। সার্কিট থেকে যে অসিলেটরী ফ্রিকোয়েন্সীর সৃষ্টি হয় তা ট্যাঙ্ক সার্কিট থেকেই হয়ে থাকে। প্রকৃতপক্ষে টিউব কেবল এ্যামপ্লিফায়ারের কাজ করে—কারণ গ্রিডে ভোল্টেজ কম বেশী করে শক্তিশালী প্লেট কারেন্টকে কণ্ট্রোল করা হয়।

১৩৬ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে এতক্ষণ যে, সকল অসিলেটর সার্কিট নিয়ে আলোচনা করা হল, এই চিত্র তারই অনুরূপ। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এখানে গ্রিড-সার্কিটে কোন কনডেন্সার বা রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করা হয়নি। সাধারণত কনডেন্সার C ও কয়েল L-এর মিলিত সার্কিটকে ট্যাঙ্ক সার্কিট বা অসিলেটরী সার্কিট বলা হয়। কারণ সার্কিটের এই অংশ থেকেই অসিলেশন জেনারেট করা হয়। পূর্ব্বেই বলেছি যে কতকগুলি কারণে সার্কিট অনেক সময় অসিলেট করতে পারে না। সার্কিটের রেজিষ্ট্যান্স বেশী হলেও এই অবস্থার উদ্ভব হয়, অর্থাৎ বেশী রেজিষ্ট্যান্সের ফলে প্লেট কারেন্টের ভেরিয়েশন ও ম্যাগনেটিক ফিল্ডের পরিবর্ত্তন কমে যায়, আর ইনডাকশন ভোল্টেজও প্রায় নষ্ট হয়ে যায়।

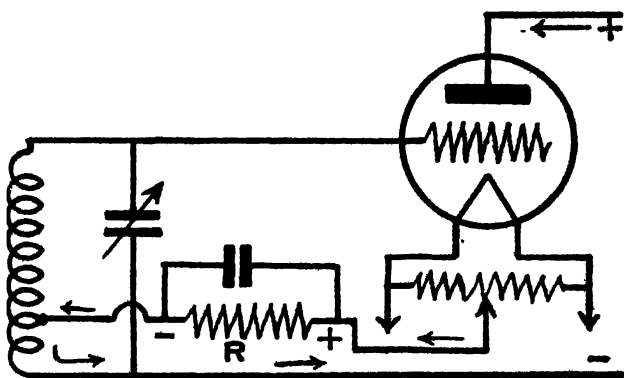
আরও একটি কারণে অসিলেটর সার্কিট ঠিকমত কাজ করতে পারে না—তা হচ্ছে সার্কিটের এনার্জী লস্। সার্কিটের এই এনার্জী লস্ কম করতে হলে টিউনিং সার্কিট ভাল হওয়া প্রয়োজন, অর্থাৎ টিউনিং সার্কিট, জেনারেটেড ফ্রিকোয়েন্সীর সঙ্গে ঠিকমত রেজোনেন্সে থাকা অত্যন্ত প্রয়োজন, তাতে অসিলেটরী ফ্রিকোয়েন্সীও বেশ স্থির হয়ে থাকে।

কিছু পূর্ব্বেই আলোচনা করেছি যে টিউব নিজে অসিলেট করে না। প্রকৃতপক্ষে তা কেবল একটি এ্যামপ্লিফায়ারের কাজ করে। এ্যামপ্লিফায়ার টিউবে গ্রিড ভোল্টেজ বা 'সি' ভোল্টেজ প্লেট সার্কিটের সিগন্যাল রিপ্রোডাকশন ক্ষমতার উপর বেশ প্রভাব বিস্তার করে। সুতরাং এ থেকে এই বুঝা যায় যে, অসিলেটর সার্কিটের 'সি' ভোল্টেজের প্রতি দৃষ্টি রাখাও বিশেষ প্রয়োজন। কারণ গ্রিডে ঠিকমত—'সি' ভোল্টেজ সরবরাহ করতে না পারলে জেনারেটেড অসিলেটরী ফ্রিকোয়েন্সীতে কম বেশী হারমোনিক্স্ দেখা দেয়।

অসিলেটর সার্কিটে 'সি' ভোল্টেজ সরবরাহ করার আরও একটি কারণ আছে। অধিকাংশ অসিলেটর টিউবকে শক্তিশালী প্লেট কারেণ্টের উপর কাজ করতে হয়; সুতরাং প্লেট কারেণ্টকে কণ্ট্রোল করার মত উত্তম ব্যবস্থা যদি না থাকে, তবে প্লেট কারেণ্ট বৃদ্ধি পেতে পেতে এমন এক সময় আসে যখন টিউবটি নষ্ট হয়ে যায়। তাই এই অত্যন্ত প্রয়োজনীয় 'সি' ভোল্টেজ সম্বন্ধে কিছু আলোচনা করা প্রয়োজন মনে করি।

১৩৭ নং চিত্র—সাধারণ ব্যায়াস সাপ্লাই সার্কিট।

"সি" ভোল্টেজ বা গ্রিড ব্যায়াস সাপ্লাই (C" Voltage or grid bias supply)—১৩৭, ১৩৮ ও ১৩৯ নং চিত্রে বিভিন্ন প্রকার 'সি'—ব্যায়াস সাপ্লাই-এর পদ্ধতিকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। সব চেয়ে সহজ ও সচরাচর যে পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়ে থাকে তা ১৩৭ নং চিত্রে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, কণ্ট্রোল গ্রিডের সঙ্গে সিরিজে একটি রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করা হয়েছে। যখন একটি অর্দ্ধেক

সাইক্ল গ্রিডে এসে উপস্থিত হবে, তখন গ্রিড ক্যাথোডের তুলনায় পজিটিভ হয়ে উঠবে। ফলে গ্রিড থেকে ক্যাথোড ও কয়েলের উপরের অংশের মধ্য দিয়ে গ্রিড-কারেন্ট প্রবাহিত হবে। এখন যদি ঐ কারেণ্টের প্রবাহ-পথে একটি রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করা হয়, তবে কারেণ্টের প্রবাহ-পথে ডিফারেন্স-অব-পোটেনশিয়ালের সৃষ্টি হবে। সুতরাং এইভাবে ঐ রেজিষ্ট্যান্স দ্বারা গ্রিডকে প্রয়োজন মত ব্যায়াস বা 'সি' ভোল্টেজ সরবরাহ করা হচ্ছে।

কিন্তু এত সহজ ও এত সরল হওয়া সত্ত্বেও এই সার্কিটে একটি ভীষণ ত্রুটি রয়ে গেছে—যার ফলে অনেক সময় সার্কিটে

১৩৮ নং চিত্র—ব্যায়াস সাপ্লাই এর অপর একটি সার্কিট।

ব্যবহৃত টিউবটি নষ্ট হয়ে যায়। যখন টিউবটি অসিলেট করতে করতে থেমে যাবে তখন গ্রিড কারেন্টও থেমে যাবে। ফলে 'সি' ভোল্টেজও আর থাকবে না। সুতরাং গ্রিডে কোন ভোল্টেজ না থাকায় প্লেট কারেন্টও ভীষণভাবে বৃদ্ধি পেতে থাকবে—যার ফলে টিউবটি নষ্ট হয়ে যাবে।

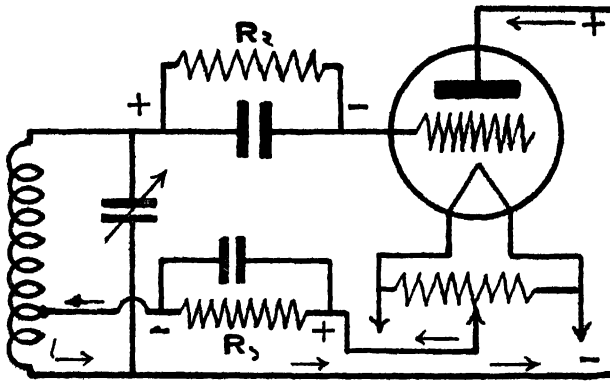
এই অসুবিধার জন্য ১৩৮ নং চিত্রে অপর একটি ব্যবস্থা

অবলম্বন করা হয়েছে। এই পদ্ধতি সাধারণতঃ এ-সি রিসিভারে ব্যবহার করা হয়ে থাকে। লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, গ্রিডে ভোল্টেজ সাপ্লাই-এর জন্য একটি রেজিষ্ট্যান্স প্লেট সার্কিটের ফিলামেন্ট ও বি-এর মধ্যে ব্যবহার করা হয়েছে। কিন্তু এই সার্কিটের জন্য উপযুক্ত জায়গা হচ্ছে ফিলামেন্ট ও ট্যাঙ্ক সার্কিট।

এখন দেখা যাক কি প্রকারে সার্কিটটি কাজ করছে। যখন এই রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে প্লেট কারেন্ট প্রবাহিত হবে, তখন ক্যাথোডে ভোল্টেজের সৃষ্টি হবে, আর সেই ভোল্টেজ ক্যাথোডকে গ্রিডের তুলনায় পজিটিভ করে তুলবে। সুতরাং এই ভোল্টেজ সম্পূর্ণ প্লেট কারেন্টের উপর নির্ভর করছে। ফলে টিউব যখন অসিলেট করতে করতে থেমে যাবে, তখন প্লেট কারেন্ট বৃদ্ধি পাবার সঙ্গে সঙ্গে গ্রিডেও শক্তিশালী নেগেটিভ ভোল্টেজ দেখা দেবে। সুতরাং পূর্ব্বের সার্কিটের অবস্থা এই সার্কিটে নাই। তথাপি এই সার্কিটও অধিক প্রচলন লাভ করতে পারে নি। কারণ যে সোর্স থেকে প্লেট কারেন্ট সরবরাহ করা হয়, সেই সোর্সই আবার সি-ভোল্টেজ সরবরাহ করে থাকে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, রেজিষ্ট্যান্স 'R' প্লেট ভোল্টেজ সাপ্লাই-এর সঙ্গে সিরিজে যুক্ত আছে। সুতরাং একসঙ্গে এই দুটি ভোল্টেজ সাপ্লাই করতে হলে সাপ্লাই ভোল্টেজ অধিক শক্তিসম্পন্ন হওয়া প্রয়োজন। উদাহরণ দিয়ে বুঝালে বিষয়টি বুঝতে সহজ হবে।

ধরা যাক কোন ট্রান্সমিটারকে ৩০০০ ভোল্ট প্লেট ভোল্টেজ ও ৭০০ ভোল্ট গ্রিড ভোল্টেজ সাপ্লাই করতে হবে। এখন যদি পূর্ব্বের অর্থাৎ ১৩৭ নং চিত্রে অঙ্কিত প্রথা ব্যবহার করতে হয়, তবে পাওয়ার সাপ্লাই ৩০০০ ভোল্ট ও ফিল্টার কনডেন্সার ৩০০০ × ১'৪১ = ৪১৩০ ভোল্টের হওয়া প্রয়োজন। কিন্তু যদি ১৩৮ নং চিত্রে অঙ্কিত প্রথা ব্যবহার করতে হয়, তবে পাওয়ার

সাপ্লাই ৩০০০+৭০০=৩৭০০ ভোল্ট ও ফিল্টার কনডেন্সার ৩৭০০×১'৪১=৫২১৭ ভোল্টের হওয়া প্রয়োজন।

এখন ১৩৯ নং চিত্র লক্ষ্য করা যাক। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে ১৩৭নং ও ১৩৮নং চিত্রে যে প্রথা দেখান হয়েছে ১৩৯নং চিত্র সেই দুইয়ের সমন্বয় মাত্র। এখানে গ্রিডকে ভোল্টেজ সাপ্লাই করার কাজে দুটি রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করা হয়েছে। একটি ক্যাথোড ও বি(-)এর মধ্যে ও অপরটি কন্ট্রোল গ্রিডের সঙ্গে সিরিজে। এই রেজিষ্ট্যান্সদ্বয় যথাক্রমে R_1 ও R_2।

১৩৯ নং চিত্র।

এক্ষেত্রে R_1 এর ভ্যালু কম হলেও চলে, কারণ পূর্ব্বেই বলেছি যে টিউব যখন অসিলেট করে না, আর প্লেট কারেণ্ট বৃদ্ধি পায়, তখন এই রেজিষ্ট্যান্স টিউবটিকে রক্ষা করে, যাতে প্লেট কারেণ্ট বৃদ্ধি পাওয়ায় তা নষ্ট হয়ে না যায়। আর R_2 এইরূপ ভ্যালুর ব্যবহার করা হয় যাতে ঐ রেজিষ্ট্যান্স গ্রিডে যে ভোল্টেজ সরবরাহ করা দরকার R_1 কর্ত্তৃক তার কিছু অংশ সরবরাহ

করার পর অবশিষ্ট ভোল্টেজ সরবরাহ করতে পারে। সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, এখানে পাওয়ার সাপ্লাইয়ের ভোল্টেজ খুব বেশী হওয়ার প্রয়োজন হয় না অথচ টিউবটিও নষ্ট হয় না। এখানে কন্ট্রোল গ্রিডে যে ভোল্টেজ সরবরাহ করা হবে তা কোন ব্যাটারী বা অন্য কোন পাওয়ার সাপ্লাই থেকে নেওয়া যায়।

চিত্রে রেজিষ্ট্যান্সের সঙ্গে প্যারাল্যালে যে কনডেন্সার ব্যবহার করা হয়েছে, তা আর, এফ অসিলেশনকে সহজে প্রবাহিত হবার পথ দেয়। ফলে রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে তাদের সার্কিট সম্পূর্ণ করার প্রয়োজন হয় না। চিত্রে R ও কনডেন্সারকে যে ভাবে গ্রিডের সঙ্গে ব্যবহার করা হয়েছে, তাতে তাদেরকে ডিটেক্টর সার্কিটের গ্রিড-লিক্ বলে মনে হয়; কিন্তু এক্ষেত্রে সেই গ্রিড-লিক্ ও এই রেজিষ্ট্যান্স কনডেন্সারের ভ্যালু ও কাজের মধ্যে অনেক পার্থক্য রয়ে গেছে। ট্রান্সমিটারের এই রেজিষ্ট্যান্সের ভ্যালু কয়েক হাজার হয়ে থাকে। আর এর মধ্য দিয়ে অত্যন্ত শক্তিশালী কারেণ্ট প্রবাহিত হয়ে থাকে।

অসিলেটর ড্রিফট (Oscillator Drift)—এতক্ষণ যে আলোচনা করা হল তা থেকে বুঝা যায় যে, নির্দ্দিষ্ট মানের ইণ্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সী পেতে হলে মিক্সারে অত্যন্ত স্থির অসিলেটরী ফ্রিকোয়েন্সী সরবরাহ করা দরকার। কিন্তু অসিলেটর থেকে অত্যন্ত স্থির ভোল্টেজ জেনারেট করা যায় এইরূপ সার্কিট অত্যন্ত দুরূহ। প্রায় প্রত্যেক সার্কিটেই কিছু ক্ষয় অর্থাৎ ড্রিফট্ রয়ে যায়। যদিও সামান্য ড্রিফট রেডিও গ্রাহক যন্ত্রে বিশেষ ক্ষতি করে না—কিন্তু রেডিও-ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশনের ট্রান্সমিটারে এই সামান্যতম অসিলেটর ড্রিফটও অত্যন্ত ক্ষতি সাধন করে। কতকগুলি কারণে অসিলেটর সার্কিটে এই ড্রিফট্ বা লস্-এর সৃষ্টি হয়ে থাকে। ট্রান্সমিটারে এই সকল সমস্যা যাতে দেখা না দেয়, সে সম্বন্ধে সাবধানতা অবলম্বন করা

হয়। কিন্তু প্রায় ক্ষেত্রেই রেডিও-গ্রাহক যন্ত্রে সেই সকল সাবধানতা অবলম্বন করা সম্ভবপর হয় না। মিডিয়াম বা লঙ্ (long) ওয়েভ ব্যাণ্ডে এই সামান্য ড্রিফট্ গ্রাহক-যন্ত্রের উপর বিশেষ প্রভাব বিস্তার করতে পারে না। কিন্তু সর্ট ওয়েভ রিসেপশনের উপর এই সামান্য লস্ বেশ প্রভাব বিস্তার করে এবং প্রায় ক্ষেত্রেই রিসেপশন নষ্ট করে দেয়।

যে সকল কারণের জন্য অসিলেটরের ফ্রিকোয়েন্সী-ড্রিফটের সৃষ্টি হয়, নিম্নে তাদের নাম উল্লেখ করা হল।

১। যে মেন সাপ্লাই থেকে অসিলেটর ও মিক্সার ভ্যালভে সাপ্লাই দেওয়া হয়, সেই সাপ্লাই ভোল্টেজের অসিলেশন এই সমস্যার সৃষ্টি করে।

২। এই সার্কিটে যে এ-ভি-সি (অটোমেটিক ভ্যলুম কণ্ট্রোল) ব্যায়াস দেওয়া হয়—সেই ভোল্টেজের অল্টারনেশন সার্কিটের ইন্‌পুট-ক্যাপাসিটির মধ্যে ভ্যারিয়েশনের সৃষ্টি করে। ফলে এই সমস্যার উদ্ভব হয়।

৩। কিন্তু সর্ব্বাপেক্ষা উল্লেখযোগ্য কারণ হচ্ছে ভ্যালভ ও পারিপার্শ্বিক আবহাওয়ার (টেম্পারেচার) তারতম্য। তবে রেডিও-গ্রাহক যন্ত্রে এই দুইয়ের মধ্যে ভ্যালভের উত্তাপের তারতম্যই বেশী প্রভাব বিস্তার করে। ভ্যালভের উত্তাপের তারতম্যের জন্য যে ফ্রিকোয়েন্সী ড্রিফট্-এর সৃষ্টি হয় তা সাধারণত রিসিভারের সুইচ্ অন্ করার সময় হয়ে থাকে। রিসিভারের সুইচ্ অন্ করার পূর্ব্বে তার মধ্যে ও তার ভ্যালভের মধ্যে কোন উত্তাপ না থাকায় সাধারণতঃ ভ্যালভের ইলেকট্রোডগুলি ঠাণ্ডা থাকে। আমাদের জানা আছে যে, ভ্যালভের ইলেকট্রোড সাধারণত ধাতব পদার্থ দ্বারা প্রস্তুত করা হয়ে থাকে। সুতরাং ধাতুর ধর্ম্ম অনুসারে যখন তা ঠাণ্ডা থেকে উত্তপ্ত হতে থাকে, তখন তার আয়তনও বৃদ্ধি পেতে থাকে। পূর্ব্বেই বলেছি যে,

ভ্যালভের ইলেকট্রোডগুলির মধ্যে কিছু ইণ্টারন্যাল ক্যাপাসিটি বর্ত্তমান। আরও আলোচনা করেছি যে অসিলেটরী ফ্রিকোয়েন্সী জেনারেশন সাধারণত ভ্যালভের ইণ্টারন্যাল ক্যাপাসিটির উপরও কিছু নির্ভর করে। সুতরাং ভ্যালভ উত্তপ্ত হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে ধাতব ইলেকট্রোডগুলিও আয়তনে বৃদ্ধি পেতে থাকে। এইভাবে রিসিভার অন্ করার প্রায় ১০।১৫ মিনিট উত্তাপের তারতম্যের জন্য ধাতব ইলেকট্রোডগুলির আয়তনও ভ্যারি করতে থাকে, সঙ্গে সঙ্গে তাদের ইণ্টারন্যাল ক্যাপাসিটিও ভ্যারি করতে থাকে। যদিও এই অবস্থা বেশীক্ষণ থাকে না—ভ্যালভটির উত্তাপ একটি নির্দ্দিষ্ট সীমায় এসে স্থির হয়ে গেলেই এই অবস্থাও নির্দ্দিষ্ট সীমার মধ্যে চলে আসে এবং স্থির হয়ে যায়।

এর পরেই আসে এ-ভি-সি অল্টারনেশনের কথা। যখন শক্তিশালী সিগন্যাল ভ্যালভে দেখা দেয়, তখন এ-ভি-সি ব্যায়াস-ভোল্টেজ বৃদ্ধি পায়, ফলে প্লেট কারেণ্ট কমে যায়। সুতরাং প্লেট ও স্ক্রিন্ ভোল্টেজ অর্থাৎ এইচ, টি (+) সাপ্লাই ভোল্টেজ বৃদ্ধি পায়—তাই ভ্যালভের এ্যামপ্লিফিকেশনও কমে যায়। সুতরাং এক্ষেত্রে এ-ভি-সি নেগেটিভ ব্যায়াস ভোল্টেজ অত্যন্ত ষ্টেবল হওয়া প্রয়োজন।

পূর্ব্বেই বলেছি যে, এ-ভি-সি ব্যায়াস ভোল্টেজ ভ্যারি করলে ফ্রিকোয়েন্সী-চেঞ্জিং ভ্যালভের সিগন্যাল ইনপুট ক্যাপাসিটিও ভ্যারি করে। সুতরাং টিউনিং সার্কিটের ক্যাপাসিটিও পরিবর্ত্তিত হয়ে যায়। ধরা যাক্ অসিলেটর সার্কিট স্থির আছে আর সিগন্যাল ইনপুট ভ্যারি করছে। ফলে সমগ্র সার্কিটটি **মিস্-এ্যালাইন** হয়ে যাবে।

অসিলেটর হারমোনিক্স্ (Oscillator harmonics) :— লোক্যাল অসিলেটর সার্কিটে "ড্রিফট"-এর কথা বাদ দিলে আর যে সব অসুবিধা দেখা দেয় তাদের মধ্যে "**হারমোনিক্স্**"

উল্লেখযোগ্য। এই হারমোনিক্স্ সম্বন্ধে পূর্ব্বে আলোচনা করেছি। এক্ষেত্রে অসিলেটর সার্কিটে কিরূপ হারমোনিক্স্ দেখা দেয় সে সম্বন্ধেই আলোচনা করব।

আমাদের জানা আছে লোক্যাল অসিলেটর সাধারণত হাই-ফ্রিকোয়েন্সী জেনারেট করে, যে হাই-ফ্রিকোয়েন্সীকে ইনকামিং সিগন্যাল ফ্রিকোয়েন্সীর সঙ্গে মিশ্রিত কোরে ইন্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সী প্রস্তুত করা হয়। কিন্তু অনেক সময় দেখা যায় যদি অসিলেটর সার্কিট ঠিকমত ডিজাইন করা না হয়, তবে ঐ সার্কিট হাই-ফ্রিকোয়েন্সীর সঙ্গে আরো একটি ফ্রিকোয়েন্সী জেনারেট করে যা প্রাথমিক (fundamental) অসিলেটরী ফ্রিকোয়েন্সীর সঙ্গে কোন পূর্ণ সংখ্যার (integral number) গুণফলের সমান।

ধরা যাক কোন ইনকামিং সিগন্যালের ফ্রিকোয়েন্সী হচ্ছে ১০00 কিঃ সাঃ। আর অসিলেটরী ফ্রিকোয়েন্সী হচ্ছে ১২০০ কিঃ সাঃ। সুতরাং বিট্ ফ্রিকোয়েন্সী হচ্ছে ২০০ কিঃ সাঃ। সুতরাং লোক্যাল অসিলেটরের হারমোনিক্স্ হবে—১২০০ × ২ = ২৪০০, ১২০০ × ৩ = ৩৬০০ কিঃ সাঃ (এইগুলিকেই বলা হয় যথাক্রমে দ্বিতীয় ও তৃতীয় হারমোনিক্স্)। তাই এই ফ্রিকোয়েন্সীগুলিও নির্দ্দিষ্ট ইন্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সী সৃষ্টি করার জন্য যথাক্রমে ২৪০০ ± ২০০ (অর্থাৎ ২২০০ ও ২৬০০ কিঃ সিঃ) ও ৩৬০০ ± ২০০ এর সঙ্গে বিট্ করবে। ফলে গ্রাহক যন্ত্রে বেশ কিছু ইন্টারফিয়ারেন্স দেখা দেবে।

যদিও আধুনিক অসিলেটর সার্কিটে সচরাচর এই সকল হারমোনিক্স্ দেখা যায় না, তথাপি এ সম্বন্ধে কিছু জানা প্রয়োজন। পেন্টাগ্রিড-টিউব আবিষ্কৃত হওয়ার পূর্ব্বে যখন একটি মাত্র ট্রায়োড টিউবকে ডিটেক্টর ও অসিলেটর উভয় কাজের জন্য ব্যবহার করা হত তখনই এই হারমোনিক্স্

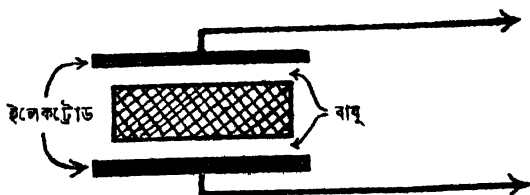
সমস্যা দেখা দিয়েছিল। তাই পেন্টাগ্রিড-টিউব আবিষ্কারের পূর্ব্বে হারমোনিক্স্-এর উৎপত্তি বন্ধ করার জন্য একটি ভ্যালভকে সম্পূর্ণরূপে অসিলেটরী-ফ্রিকোয়েন্সী জেনারেশনের কাজে ব্যবহার করা হত। হারমোনিক্স্ বন্ধ করার আর একটি উপায় হচ্ছে ভাল কোয়ালিটির অসিলেটর সার্কিট প্রস্তুত করা অর্থাৎ এমন সার্কিট প্রস্তুত করতে হবে যে, তাকে কোন একটি নির্দ্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সীতে টিউন করলে তা শতকরা ১০০ ভাগ অফ (off) রেজোনেন্ট ফ্রিকোয়েন্সী (অর্থাৎ দ্বিতীয় হারমোনিক্স্) এর ভোল্টেজের পথে লো-ইম্পিডেন্সের সৃষ্টি করবে।

অসিলেটর সম্বন্ধে আলোচনা এইখানেই শেষ করতাম। কিন্তু কৃষ্টাল অসিলেটর সম্বন্ধে কিছু না বললে অসিলেটর অধ্যায় অসম্পূর্ণ রয়ে যায়। এ সম্বন্ধে বিস্তারিত জানবার এখন কোন প্রয়োজন নাই—কারণ সাধারণভাবে রেডিও গ্রাহক যন্ত্রে এই অসিলেটর ব্যবহৃত হয় না। ট্রান্সমিশনের কাজেই এই অসিলেটর সচরাচর ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

কৃষ্টাল অসিলেটর (Crystal Oscillator)—এই অধ্যায়ে অসিলেটর সার্কিট সম্বন্ধে বহুবিধ আলোচনা করা হল। কিন্তু যদি ভালভাবে লক্ষ্য করা যায়, তাহলে দেখা যাবে যে, তাদের মধ্যে আকৃতিতে পার্থক্য থাকলেও তারা সকলেই একই পদ্ধতিকে কেন্দ্র করে বিভিন্ন রূপে কাজ করে। এই অসিলেটরের আর একটি বিশেষ রূপ যাকে বলা হয় **"পিজোলেক্ট্রিক-কৃষ্টাল-অসিলেটর বা কৃষ্টাল কন্ট্রোল অসিলেটর"** সে সম্বন্ধে কিছু জেনে রাখা প্রয়োজন মনে করি।

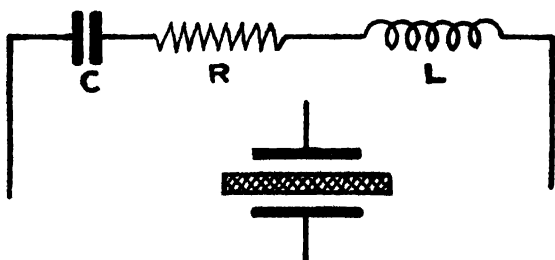
প্রথমেই বলেছি যে, এই অসিলেটর সার্কিট সাধারণত আমাদের রেডিও গ্রাহক যন্ত্রে ব্যবহৃত হয় না—ট্রান্সমিটারেই অধিক ব্যবহৃত হয়। সুতরাং এ থেকেই বুঝা যায় যে, এই

কৃষ্টাল অসিলেটর সার্কিট অপর সকল অসিলেটর সার্কিট অপেক্ষা অধিক শক্তিশালী ও সূক্ষ্ম। কার্য্যকরী শক্তি হিসাবে দেখতে গেলে দেখা যায় যে—একটি কনডেন্সার, একটি রেজিষ্ট্যান্স ও একটি ইনডাকটেন্স সিরিজে যুক্ত অবস্থায় যে কাজ দেয়—একটি কৃষ্টাল একাকী সেই কাজ দেয়। ১৪০ নং চিত্রে একটি কৃষ্টালকে দুটি প্লেটের মধ্যে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। আর ১৪১ নং চিত্রে ঐ কৃষ্টালের সমতুল্য কনডেন্সার, রেজিষ্ট্যান্স ও ইনডাকটেন্সকে সিরিজে যুক্ত করে দেখান হয়েছে।

এইবার দেখা যাক ঐ কনডেন্সার, রেজিষ্ট্যান্স ও ইনডাকটেন্স কৃষ্টালেব কোন্ কোন্ অংশের জন্য ব্যবহার করা হয়। কৃষ্টালেব কঠোরতা বুঝাবার জন্য কনডেন্সার ব্যবহার

১৪০ নং চিত্র—দুটি প্লেটের মধ্যে কৃষ্টাল।

করা হয় অর্থাৎ কনডেন্সার কৃষ্টালের কঠোরতার সমান। কৃষ্টালের যে আভ্যন্তরীণ রোধশক্তি আছে যাকে ইংরেজীতে বলা হয় ইন্টারন্যাল ফ্রিকশন—রেজিষ্ট্যান্স দ্বারা তার ঐ অংশের কাজ করান হয়। আর কৃষ্টালের যে আয়তন ইংরেজীতে যাকে বলা হয় mass বা volume—ইনডাকটেন্স দ্বারা তাহাই বুঝান হয়। সাধারণভাবে দেখতে গেলে দেখা যায় যে, এই সার্কিট অনেকটা টিউণ্ড-গ্রিড,, টিউণ্ড প্লেটের ন্যায়। কিন্তু সার্কিট ঐরূপ হলেও কৃষ্টালের নিজস্ব একটি ক্যারাকটারিস-

টিকস্ বর্ত্তমান। পূর্ব্বেই বলেছি একে বলা হয় পিজো-ইলেকট্রিক ফেনোমেনন। এখন দেখা যাক কেন একে এইরূপ বলা হয়।

বিভিন্ন পরীক্ষার দ্বারা দেখা গেছে যে, এমন কতকগুলি নির্দ্দিষ্ট কৃষ্টালাইজড (crystallized) পদার্থ আছে যার মধ্য দিয়ে দিক-পরিবর্ত্তী বিদ্যুৎকে প্রবাহিত করালে তা আপনা হতেই কাঁপতে থাকে। আবও দেখা গেছে যে, কৃষ্টালকে যদি কোন নির্দ্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সীতে ভাইব্রেট করান হয়, তাহলে কৃষ্টাল নিজেই একপ্রকাব অল্টারনেটিং কারেন্টের সৃষ্টি করে যার ফ্রিকোয়েন্সী মেকানিক্যাল ভাইব্রেশনেব সমান হয়। সে সব

১৪১ নং চিত্র—কৃষ্টাল ও তার সমতুল্য কনডেন্সার, রেজিষ্ট্যান্স ও ইন্‌ডাকটেন্স যুক্ত সিরিজ সার্কিট।

কৃষ্টালাইজড পদার্থের এইরূপ ধর্ম্ম বর্ত্তমান তাদের মধ্যে কোয়ার্টজ্ বা স্ফটিক (quartzy) ও লবণ প্রভৃতি উল্লেখযোগ্য। কিন্তু প্রাকটিক্যাল কাজে স্ফটিক বা কোয়ার্টজ্ই ব্যবহার করা হয়ে থাকে। এই কৃষ্টালের সুবিধা হচ্ছে যে, একে অতি সহজে যে কোন আকারে পরিণত করা যায়, আর অন্যান্য কৃষ্টালের ন্যায় এই স্ফটিক ভঙ্গুর নয়। প্রেরক-যন্ত্রের কাজে যে উৎকৃষ্ট

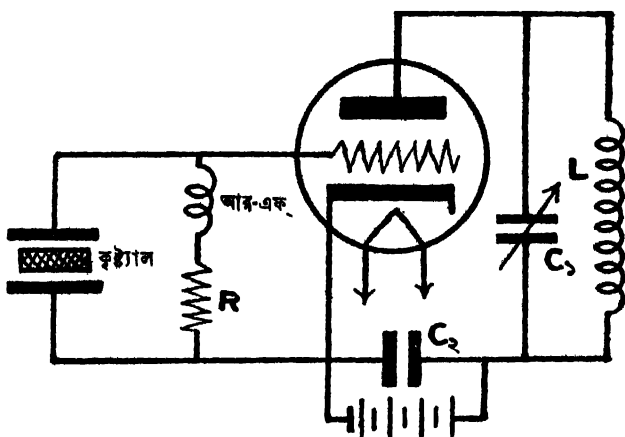
কোয়ার্টাজ ব্যবহার করা হয়ে থাকে তা সাধারণত ব্রেজিল (Brazil)-এর খনি থেকে পাওয়া যায়। কিন্তু খনি থেকে যে অসমান (Rough) কৃষ্টাল পাওয়া যায় তা আমাদের কাজে লাগে না। প্রস্তুতকারকেরা সেই অসমান কৃষ্টালকে বিভিন্ন প্রকারে পরীক্ষা কোরে এবং সুন্দর আকারে পরিণত কোরে আমাদের কাজের উপযোগী কোরে তোলেন। কিন্তু তাঁরা নিজেদের ইচ্ছা অনুযায়ী কোয়ার্টাজ কৃষ্টালকে মাজাঘষা করতে পারেন না। সাধারণত দেখা গেছে যে, এর আকৃতি অনেকটা চতুর্ভূজ (quadrangular), গোল (round) অথবা রিং-এর আকৃতি (ring shape) হয়ে থাকে।

কৃষ্টাল কোন্ ফ্রিকোয়েন্সীতে অসিলেট করবে তা নির্ভর করে তার পুরুত্বের (thickness) উপর আর বিভিন্ন রকমের কার্ট-এর উপর। **কৃষ্টাল যত পাতলা হবে তার ফ্রিকোয়েন্সীও তত বৃদ্ধি পাবে।** সুতরাং হাই ফ্রিকোয়েন্সীর কাজে অত্যন্ত পাতলা কৃষ্টাল প্রয়োজন। কিন্তু তা অনেক সময় অসম্ভব হয়ে পরে কারণ যখন ঐ সূক্ষ্ম কৃষ্টাল কাঁপতে থাকে তখন তার ঐ কম্পনের ফলে তা ভেঙ্গে যায়। আরও একটি জিনিষ লক্ষ্য রাখতে হয় যে, কৃষ্টালে যে এনার্জী দেওয়া হয় তা যেন বেশী না হয়। কারণ কৃষ্টালের ধর্ম্ম হচ্ছে অতি সামান্য এনার্জী-তেই উহা অত্যন্ত বেগে কাঁপতে থাকে ফলে সহজেই নষ্ট হয়ে যায়।

পিজো ইলেকট্রিসিটি (Piezo-electricity)—পিজো ইলেকট্রিসিটির "পিজো" শব্দটি গ্রীক ভাষা থেকে এসেছে। পিজো কথাটির অর্থ হচ্ছে to press অর্থাৎ চাপ দেওয়া। সুতরাং সম্পূর্ণ কথাটির অর্থ হচ্ছে যে চাপ দ্বারা কোন ভোল্টেজ সৃষ্টি করা (production of voltage by pressure)। তাই এই প্রেসার বা চাপ দ্বারা যে ইলেকট্রিসিটি পাওয়া যায়

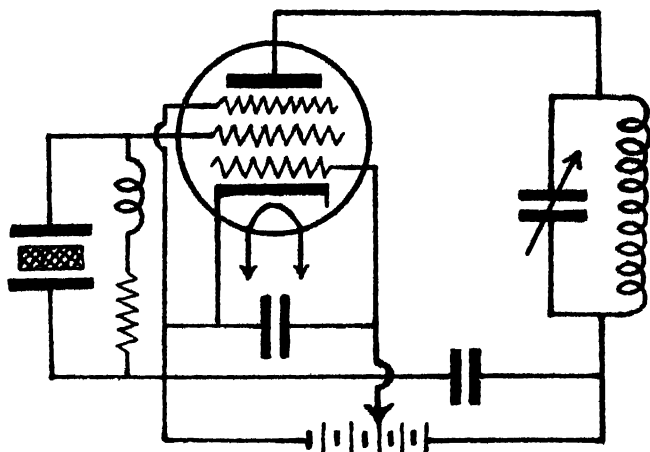
তাকে বলা হয় পিজো-ইলেকট্রিসিটি আর যে পদার্থটি এই কাজ করে তাকে বলা হয় পিজো-ইলেকট্রিক পদার্থ। পূর্ব্বেই বলেছি যে, উপযুক্ত কৃষ্টালের চারিপার্শ্বে ধাতব প্লেট দ্বারা যদি কোন ইলেকট্রিক-ফিল্ডের সৃষ্টি করা হয় তবে ঐ পদার্থটি কাঁপতে থাকে। যদি ঐ ইলেকট্রিক-ফিল্ড অসিলেটরী হয়, আর যদি তার এ্যামপ্লিচিউড ও ফ্রিকোয়েন্সী ঠিক থাকে, তবে কৃষ্টালটি একভাবে কাঁপতে থাকবে। আবার ঠিক বিপরীত কাজও এই কৃষ্টাল দ্বারা হয়ে থাকে; অর্থাৎ ঐ ধাতব প্লেট দুটি দ্বারা যদি কৃষ্টালটিকে চাপ দেওয়া হয় তবে কৃষ্টালটি বৃদ্ধি পায়, আর সঙ্গে সঙ্গে তার বিপরীত দিকে একবার পজিটিভ ও একবার নেগেটিভ চার্জের সৃষ্টি করে। ধাতব প্লেটগুলি কৃষ্টালের ঐ ইলেকট্রিসিটিকে গ্রহণ কোরে কাজে লাগায়। কৃষ্টাল কর্ত্তৃক সৃষ্ট এই ভোল্টেজ নির্ভর করে চাপ-মাত্রার উপর। এই ফেনোমেননকেই পিজো-ইলেকট্রিসিটি নামে অভিহিত করা হয়।

কৃষ্টাল-অসিলেটর সার্কিট—১৪২ নং চিত্রে একটি ট্রায়োড টিউব দ্বারা কৃষ্টাল অসিলেটরের সার্কিট অঙ্কন করা হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে কয়েল L_1 ও কনডেন্সার C_1 টিউনিং বা ট্যাঙ্ক সার্কিটের কাজ করছে। আমাদের জানা আছে কৃষ্টাল একটি মাত্র ও নিজস্ব নির্দ্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সীতে কাজ করে। কিন্তু যদি টিউনিং সার্কিটকে ঘুরিয়ে কৃষ্টালের ফ্রিকোয়েন্সী অপেক্ষা সামান্য উচ্চতর (higher) ফ্রিকোয়েন্সী টিউন করতে পারি, তবে টিউবের যে ইন্টারন্যাল ক্যাপাসিটি আছে তার মধ্য দিয়ে এনার্জী ফিড-ব্যাক করবে—কৃষ্টালকে কাঁপাতে এই সিগন্যালই যথেষ্ট! এইভাবে কৃষ্টালকে কাঁপাতে থাকলে উহা অল্টারনেটিং ভোল্টেজ জেনারেট করবে। এখন সেই অল্টারনেটিং ভোল্টেজকে টিউবের কণ্ট্রোল গ্রিডে যুক্ত করে

দিলে টিউবটি কাজ করবে। এখানে একটি কথা বলে রাখা প্রয়োজন—১৪২ নং চিত্রে যে কনডেন্সার C_1 ব্যবহার করা হয়েছে সেটি ভেরিয়েবল টাইপ। কারণ তার ক্যাপাসিটিকে কম বেশী করেই ক্রিষ্টালের নিজস্ব ফ্রিকোয়েন্সী অপেক্ষা উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সী জেনারেট করা হয়। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, ঐ সার্কিটে একটি রেজিষ্ট্যান্স ও একটি আর,

১৪২ নং চিত্র—ট্রায়োড টিউব যুক্ত অসিলেটর সার্কিটে ব্যবহৃত পিজো-ইলেকট্রিক ক্রিষ্টাল।

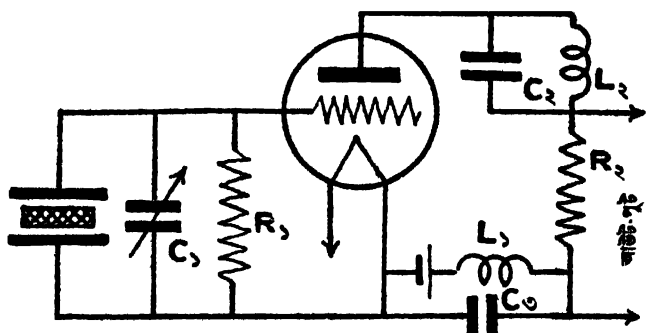
এফ চোক যুক্ত করা হয়েছে। আমাদের জানা আছে যে, ক্রিষ্টাল একটি উৎকৃষ্ট ইনসুলেটর। টিউবের কন্ট্রোল গ্রিড যে কারেন্ট রেক্টিফাই করে, তাকে প্রবাহের জন্য একটি পথের সৃষ্টি করতে হয়। রেজিষ্ট্যান্স ও চোক সেই কাজই করে। কেবল রেজিষ্ট্যান্স দ্বারাও সেই কাজ করান যায়। কিন্তু তাতে রেজিষ্ট্যান্সটি বেশ উচ্চ ভ্যালুর হওয়া প্রয়োজন। কারণ

তা না হলে অধিক এনার্জী কৃষ্টালে এসে পড়ে। ফলে কৃষ্টালটি অধিক গরম হয়ে ওঠে ও নষ্ট হয়ে যায়। তাই কৃষ্টাল যাতে ক্ষতিগ্রস্ত না হয় সেজন্য আর, এফ চোক কয়েলটি ব্যবহার করা হয়েছে।

কৃষ্টাল অসিলেটর সার্কিটে কৃষ্টালকে ক্ষতিগ্রস্ত হওয়ার হাত থেকে বাঁচাবার জন্য টিউবের প্লেট ভোল্টেজ কম রাখতে হয়। তাই যেখানে বেশী আউট-পুটের দরকার হয়, সেখানে পেণ্টোড টিউব ব্যবহার করা হয়। কারণ পূর্ব্বেই বলেছি এই টিউবের

১৪৩ নং চিত্র—পেণ্টোড টিউব যুক্ত সার্কিট।

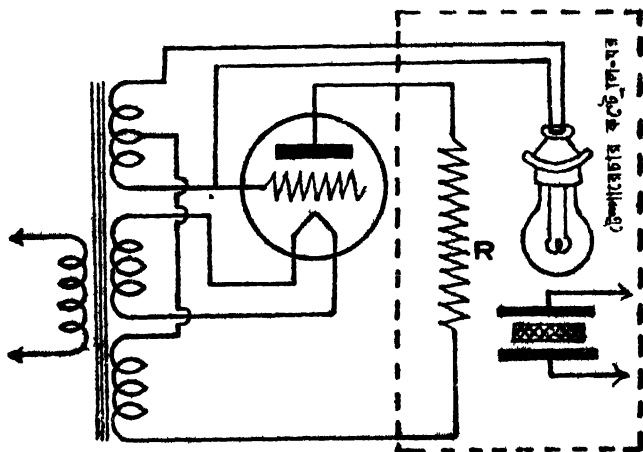
ইণ্টারন্যাল ক্যাপাসিটি অত্যন্ত কম এবং এ্যামপ্লিফিকেশন ক্ষমতা বেশী তাই যখন এই টিউবকে কৃষ্টালের সঙ্গে এ, এফ, এ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে ব্যবহার করা হয়, তখন তা ভালই কাজ দেয়। আবার ইণ্টারন্যাল ক্যাপাসিটি কম হওয়ায় প্লেট ও স্ক্রিনে অধিক ভোল্টেজ দেওয়া যায়। ফলে আউট-পুটও বেশী

পাওয়া যায়। ট্রান্সমিটারে সাধারণ পেণ্টোড-টিউবের পরিবর্ত্তে ট্রান্সমিটার পেণ্টোড ব্যবহার করা হয়। সাধারণ পেণ্টোড ও এই স্পেশাল টাইপ পেণ্টোডের মধ্যে পার্থক্য হচ্ছে যে, এই টিউবের ইণ্টারন্যাল ক্যাপাসিটি সাধারণ পেণ্টোড অপেক্ষাও কম।

১৪৩ নং চিত্রে পেণ্টোড টিউব যুক্ত একটি সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এইরূপ সার্কিটের স্ক্রিনে যে সাপ্লাই দেওয়া হয় তা প্রায় ১০০ ভোল্টের কাছাকাছি হয়ে থাকে। আর প্লেটে যে সাপ্লাই দেওয়া হয় তা প্রায় ৫০০ ভোল্ট হয়ে থাকে।

১৪৪ নং চিত্র—কোয়ার্টজ প্লেট রেজোনেটর দ্বারা অসিলেট সার্কিট।

কোয়ার্টজ্‌ প্লেট রেজোনেটর দ্বারা অসিলেটর সার্কিট (Oscillator circuit with quartz plate resonator)—১৪৪ নং চিত্রে একটি সার্কিট দেখান হয়েছে। এই সার্কিটে একটি ভ্যাকুয়াম টিউব ব্যবহার করা হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে কোয়ার্টজ্‌ প্লেট রেজোনেটর, টিউবের গ্রিড ও ফিলামেণ্টের মধ্যে যুক্ত আছে। আর ঠিক মত ফ্রিকোয়েন্সী

টিউন করার জন্য একটি কনডেন্সার প্লেট দুটির অ্যাক্রশে যুক্ত করা হয়েছে। এই কনডেন্সারটি ভেরিয়েবল টাইপ।

টেম্পারেচার কণ্ট্রোল (Temperature control)—কোয়ার্টজ্-প্লেট রেজোনেটর সার্কিটে টেম্পারেচার কণ্ট্রোলই হচ্ছে প্রধান আলোচ্য বিষয়। কারণ এই টেম্পারেচারের উপরই সমগ্র ভ্যাকুয়াম টিউবের অসিলেটরী ফ্রিকোয়েন্সী জেনারেশন নির্ভর করে। তাই ট্রান্সমিটিং ষ্টেশনে টেম্পারেচার কণ্ট্রোল

১৪৫ নং চিত্র—টেম্পারেচার কণ্ট্রোল ঘর।

ঘর থাকে। ১৪৫ নং চিত্রে ঐরূপ একটি ঘরের মধ্যে কি প্রকারে টেম্পারেচার কণ্ট্রোল করা হয়, তার সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, একটি রেজিষ্ট্যান্স R এর মধ্যে দিয়ে কারেণ্ট প্রবাহের সৃষ্টি করা হয়। এখানে যে রেক্‌টিফায়ার ব্যবহার করা হয়েছে তা একটি গ্যাসিয়াস-টাইপ রেক্‌টিফায়ার এবং এর ইণ্টারন্যাল

ভোল্টেজ ড্রপও কম। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, সার্কিটের মধ্যে টেম্পারেচার কণ্ট্রোক চেম্বার (chamber)-কে আলাদাভাবে দেখান হয়েছে। আর তার মধ্যে কোয়ার্টজ্ কৃষ্টাল ও প্লেটকেও অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এখানে একটি কথা বলে রাখা প্রয়োজন যে, এই কৃষ্টাল রেজোনেটরকে ঠিকমত কাজ করানর জন্য যে টেম্পারেচার কণ্ট্রোল সার্কিট ও চেম্বার ব্যবহার করা হয়, তার উদ্দেশ্য তাপের সৃষ্টি করা নয়—তার উদ্দেশ্য কোয়ার্টজ্ প্লেটকে কনষ্ট্যাণ্ট্ টেম্পারেচারে রাখা।

অসিলেটর সম্বন্ধে আলোচনার এইখানেই শেষ। সুপার-হেটেরোডাইন রিসিভার সম্বন্ধে ভালভাবে জ্ঞান রাখতে হলে যে সব ষ্টেজগুলি নিজের আয়ত্তের মধ্যে রাখতে হয়—এই অসিলেটর ষ্টেজ, তার মধ্যে বিশেষ উল্লেখযোগ্য। এই সার্কিটের কার্য্যকারিতা যেমন জটিল—এর গুণও অশেষ। তাই এ সম্বন্ধে জ্ঞান থাকলে সুপারহেট রেডিও প্রস্তুত ও মেরামতী কাজের সময় বহু সমস্যার সমাধান অনায়াসেই করা যায়। আশা করি এই জটিল অসিলেটর সার্কিট সম্বন্ধে শিক্ষার্থীদের একটা মোটামুটি ধারণা গড়ে তুলতে সক্ষম হয়েছি। মনে হয় এর পরবর্ত্তী অধ্যায়ে যে তথ্য আলোচনা করেছি তা বুঝতে এখন আর কোন কষ্ট হবে না।

Test Questions

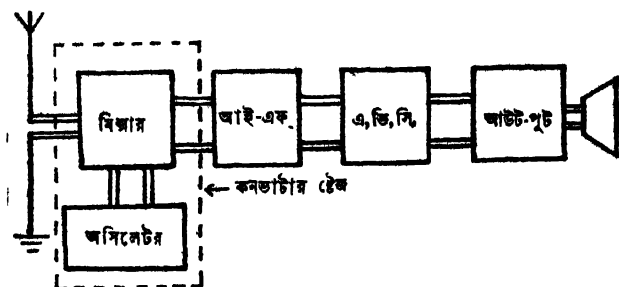
1. *What makes it possible for a radio tube to produce oscillations ?*
2. *Name the two main requisites for obtaining oscillations in a circuit.*
3. *What do you know about oscillator drifts ? Why it occurs ?*
4. *Explain the phenomen on of Piezo-electricity. What type of crystal is used in practical work ?*
5. *Why are temperature control ovens often used in the crystal oscillator unit of a transmitter ?*

চতুর্দ্দশ অধ্যায়

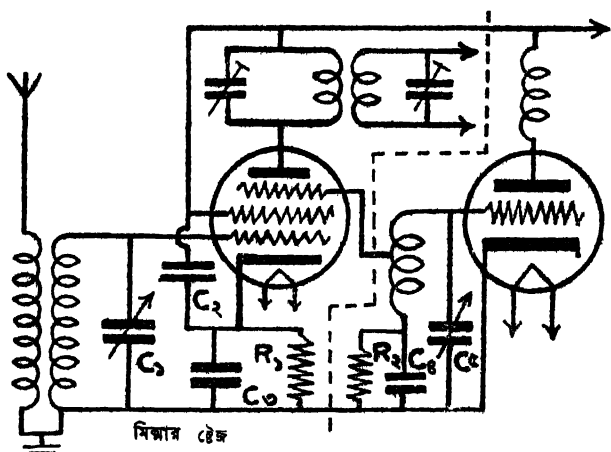
ফ্রিকোয়েন্সী কনভারশন

ফ্রিকোয়েন্সী কনভারশন বা ফ্রিকোয়েন্সীর পরিবর্ত্তন (Change of frequency)—পূর্ব্বেই ষ্ট্রেট রিজেনারেটিভ্ ও সুপারহেটেরোডাইন রিসিভারের মধ্যে পার্থক্য দেখাতে গিয়ে বলেছি যে, সুপারহেটেরোডাইন রিসিভার সাধারণত এরিয়াল থেকে পাওয়া ইনকামিং সিগন্যালকে নিয়ে কাজ করে না। সেই সিগন্যালকে এই রিসিভার অপর একটি ছোট (Lower) ফ্রিকোয়েন্সীতে রূপান্তরিত করে নিয়ে তবে কাজ করে। এই যে রূপান্তর, একেই বলা হয় **"ফ্রিকোয়েন্সীর পরিবর্ত্তন"**। রেডিও গ্রাহক যন্ত্রে সাধারণত দুই প্রকাবে এই কাজ সাধিত হয়ে থাকে। কেবলমাত্র একটি ভ্যালভ বা টিউব ব্যবহার কোরে অথবা দুটি আলাদা আলাদা টিউব ব্যবহার কোবে। যেখানে দুটি আলাদা টিউব ব্যবহার করা হয় সেখানে দুটির আলাদা নাম থাকে যেমন **"অসিলেটর"** আর **"মিক্সার"**। আর যেখানে একটিমাত্র টিউব দ্বারা উভয় কার্য্য সাধিত হয় সেখানে তাকে বলা হয় **"ফ্রিকোয়েন্সী চেঞ্জিং ভ্যালভ"** বা **"কনভার্টার"** (Converter)। পূর্ব্বে অসিলেটর সম্বন্ধে আলোচনা করেছি। এই অধ্যায়ে কেবল কনভারটার সম্বন্ধে আলোচনা করব।

আলোচ্য বিষয়ের গভীরে যাবার পূর্ব্বে এ সম্বন্ধে আলাদা ভাবে আলোচনা করে নিলে শিক্ষার্থীদের পক্ষে বিষয়টি বুঝতে সুবিধা হবে বলে মনে হয়। পূর্ব্বে বহুবার সুপারহেটের ব্লক

ডায়গ্রামের সঙ্গে আমাদের পরিচয় ঘটেছে। তবু মনে রাখার জন্য তাকে ১৪৬ নং চিত্রে আবার অঙ্কন করা হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এখানে মিক্সার ও অসিলেটরকে আলাদাভাবে অঙ্কন করা হয়েছে। আবার ডট্ লাইন দ্বারা দুটিকে যোগ করে কনভার্টারকেও দেখান হয়েছে। আবার ১৪৭ নং চিত্রে তার একটি সার্কিটকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, একটি ট্রায়োড টিউবকে অসিলেটর ও একটি পেণ্টোড টিউবকে মিক্সার হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে। ট্রায়োড ও পেণ্টোড টিউবের সঙ্গে সকল শিক্ষার্থীরই পরিচয় আছে। তাই নূতন করে আর তাদের

১৪৬ নং চিত্র—সুপারহেটের ব্লক ডায়গ্রাম।

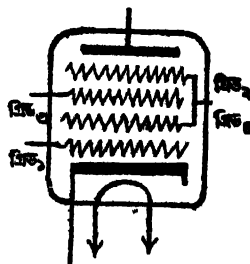
কার্য্য ব্যাখ্যা করার প্রয়োজন নাই। এখন কেবল ১৪৭ নং চিত্রে অঙ্কিত সার্কিট সম্বন্ধে আলোচনা করা যাক। সাধারণ ভাবে আমরা লোক্যাল সেটে যেভাবে এরিয়ালকে গ্রিডের সঙ্গে কাপলিং করে থাকি এখানেও সেই প্রথাই অবলম্বন করা হয়েছে। একটি কয়েলকে গ্রিড ও ক্যাথোডের মধ্যে যুক্ত করে সিগন্যালকে টিউবের গ্রিডে পৌঁছে দেওয়া হয়েছে। অসিলেটরের গ্রিডেও একটি কয়েল যুক্ত করা আছে।

লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, ঐ কয়েলের অ্যাক্রশে একটি ভেরিয়েবল কনডেন্সার C_1 যুক্ত করা হয়েছে। একে বলা হয় অসিলেটর টিউনিং সার্কিট। এই সার্কিটকে এমনভাবে টিউন করা হয় যাতে এর ফ্রিকোয়েন্সী এরিয়াল কয়েলের ফ্রিকোয়েন্সী অপেক্ষা অধিক হয়—আর তাদের বিয়োগ ফল যাতে ইণ্টারমিডিয়েট-ফ্রিকোয়েন্সীর সমান হয়।

১৪৭ নং চিত্র—১৪৬ নং চিত্রে অঙ্কিত কনভার্টার ষ্টেজের সার্কিট।

চিত্রে গ্রিড সার্কিটকে সম্পূর্ণ করার জন্য একটি কনডেন্সার C_4 ও রেজিষ্ট্যান্স R_2 যুক্ত করা হয়েছে। এই রেজিষ্ট্যান্স ও কনডেন্সার মিলিতভাবে ব্যায়াস ভোল্টেজের সৃষ্টি করে। যখন গ্রিড পজিটিভ হয় তখন গ্রিড কারেণ্ট প্রবাহিত হয়। ফলে রেজিষ্ট্যান্সের অ্যাক্রশে পোটেনশিয়াল ডিফারেন্সের সৃষ্টি হয়, তাই কনডেন্সারটিও চার্জড্ হয়ে উঠে। সুতরাং যখন কোন গ্রিড কারেণ্ট প্রবাহিত হয় না, তখনও ব্যায়াসকে ঠিক রাখতে

এই কনডেন্সার চেষ্টা করে। অপরদিকে পেণ্টোড টিউব তার ক্যাথোডের অ্যাক্রশে লোড হিসাবে ব্যবহৃত রেজিষ্ট্যান্স $R_১$ দ্বারা সৃষ্ট ব্যায়াসের উপর কাজ করে। এই রেজিষ্ট্যান্সের প্যারাল্যালে যুক্ত কনডেন্সার $C_৩$ ও স্ক্রিন এবং ক্যাথোডের অ্যাক্রশে যুক্ত কনডেন্সার $C_২$ উভয়েই এইচ-এফ বাইপাস করার কাজে ব্যবহার করা হয়েছে। এখন একদিকে এরিয়াল সিগন্যাল কণ্ট্রোল গ্রিডে আর অপরদিকে অসিলেটর ষ্টেজের আউট-পুট সিগন্যাল সাপ্রেসার গ্রিডে দেওয়া হয়েছে। এই উভয় সিগন্যালই পেণ্টোড টিউবের প্লেট কারেন্টকে কণ্ট্রোল করে। এখন ইণ্টারমিডিয়েট-ফ্রিকোয়েন্সীকে ঠিকমত টিউন করার জন্য প্লেটে একটি ইণ্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সী ট্রান্সফরমার ব্যবহার করে টিউনিং সার্কিটের সৃষ্টি করা হয়েছে। এই হলো এই সার্কিটের কাজের মোটামুটি বিবরণ। বুঝবার সুবিধার জন্য এই সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। কিন্তু প্রাকটিক্যাল কাজে এই সার্কিট ব্যবহার করা যায় না, কারণ এইরূপ সার্কিটে মিক্সার হিসাবে ব্যবহৃত পেণ্টোডকে ঠিকমত অপারেট করবার জন্য বেশী শক্তির অসিলেটরী ভোল্টেজের প্রয়োজন হয়। কিন্তু অসিলেটর সার্কিটে ব্যবহৃত ট্রায়োড টিউব কর্ত্তৃক তা সরবরাহ করা সম্ভব হয় না। চিত্র লক্ষ্য করলে আরও দেখা যাবে যে, পূর্ব্ব অধ্যায়ে যে সকল অসিলেটর সার্কিটের আলোচনা করেছি, এই সার্কিট তাদের পর্য্যায়ে পড়ে না—আর আধুনিক যুগের রেডিও ব্যবস্থায় এইরূপ সার্কিটও ব্যবহৃত হয় না। এখন এই কনভার্টার ষ্টেজের সুচারু কার্য্য-কারিতার জন্য আরও উন্নত ধরণের টিউব ও সার্কিট আবিষ্কৃত হয়েছে। এবার সেই সম্বন্ধেই আলোচনা করব।

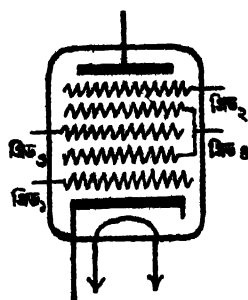
যদি এইরূপ কোন ভ্যালভের সৃষ্টি করা যায়, যার মধ্যে একই সঙ্গে আর, এফ ও লোক্যালী জেনারেটেড অসিলেটরী

ফ্রিকোয়েন্সী দিলে তা প্লেট কারেন্ট (Ip)-এর উপর প্রভাব বিস্তার করে। আর যদি ঐরূপই হয় তবে Ip অর্থাৎ প্লেট কারেন্ট ঐ দুই ফ্রিকোয়েন্সীর যোগফল বা বিয়োগফলে উৎপন্ন ফ্রিকোয়েন্সীর উপর অসিলেট করবে। কিন্তু পূর্ব্বেই বলেছি যে, এইরূপ ব্যবস্থার জন্য এমন একটি টিউব প্রয়োজন যার মধ্যে একই সঙ্গে আর, এফ ও অসিলেটরী ফ্রিকোয়েন্সী দেওয়া যায়। সুতরাং ঐ টিউবে একটিমাত্র ক্যাথোড ও প্লেটের মধ্যে দুটি আলাদা আলাদা কন্ট্রোল-গ্রিড থাকা প্রয়োজন। আর দুটি কন্ট্রোল-গ্রিড থাকলে দুটি স্ক্রিন-গ্রিডও থাকা প্রয়োজন। অনেকে হয়তো বলতে পারেন স্ক্রিনের আবার কি

১৪৮ নং চিত্র—হেক্সোড টিউবের সিম্বলকে অঙ্কন করা হয়েছে।

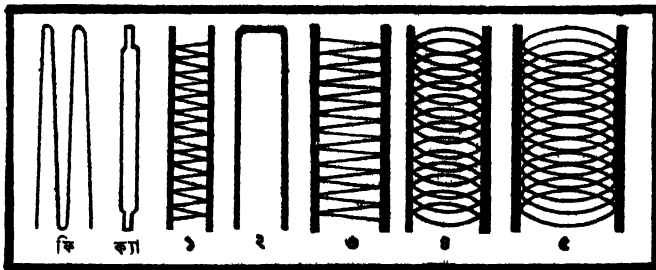
প্রয়োজন। আমাদের জানা আছে যে, "স্পেস-চার্জ" যা কন্ট্রোল-গ্রিডের উপর প্রভাব বিস্তার করতে চায় তাকে নষ্ট করে দেবার জন্য স্ক্রিন-গ্রিড ব্যবহার করা হয়।

সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে টিউবটির মধ্যে মোট চারটি গ্রিড, একটি ক্যাথোড ও একটি প্লেট অর্থাৎ ছয়টি ইলেকটোড থাকা প্রয়োজন। এই ছয়টি ইলেক্টোড থাকার জন্য একে বলা হয় "হেক্সোড"। ১৪৮ নং চিত্রে এই টিউবের

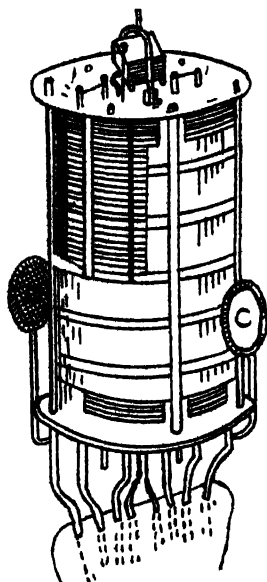
সিম্বলকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। পূর্ব্বে যেরূপ বলেছি চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে একই প্লেট ও ক্যাথোডের মধ্যে পরপর চারটি গ্রিডই যুক্ত আছে। সেই চারটি গ্রিড যথাক্রমে $G_১$, $G_২$ $G_৩$, ও $G_৪$ এই সাংকেতিক চিহ্ন দ্বারা দেখান হয়েছে. এখানে $G_১$ হচ্ছে কণ্ট্রোল-গ্রিড কিন্তু এটিকে বলা হয় অসিলেটর কণ্ট্রোল-গ্রিড। কারণ লোক্যালী জেনারেটেড ফ্রিকোয়েন্সীকে সাধারণত এই গ্রিডেই দেওয়া হয়ে থাকে $G_৩$ হচ্ছে আর, এফ কণ্ট্রোল-গ্রিড। আর $G_২$ ও $G_৪$ হচ্ছে যথাক্রমে অসিলেটর কণ্ট্রোল-গ্রিড ও আর, এফ কণ্ট্রোল-

১৪৯ নং চিত্র

গ্রিডের স্ক্রিন-গ্রিড। পূর্ব্বেই বলেছি যে যদি একই সঙ্গে দুটি গ্রিডকেই অসিলেটরী ও আর, এফ, ফ্রিকোয়েন্সী সাপ্লাই করা যায়, তবে উভয়েই প্লেট কারেন্টের উপর প্রভাব বিস্তার করবে। ফলে ইণ্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সীর সৃষ্টি হবে। এইরূপে টিউব থেকে কনভারটেড আই, এফ পাওয়া গেল।

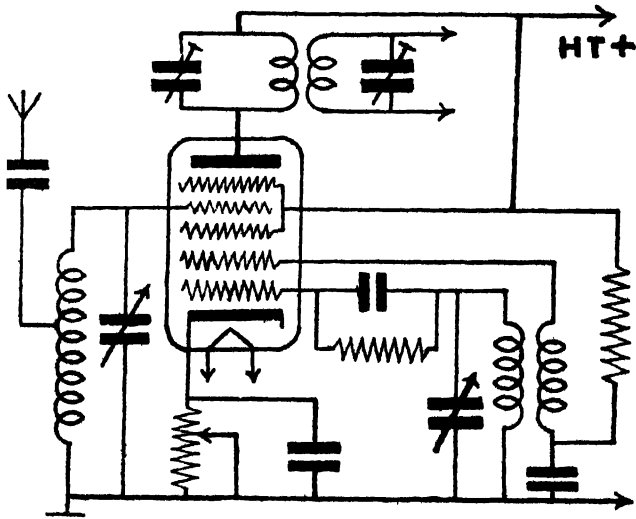
এর পরই আসে "হেপটোড বা পেণ্টা-গ্রিড টিউব" (Heptode or Penta-grid tube)। পাঁচটি গ্রিড থাকার

জন্য এই টিউবকে "পেন্টা-গ্রিড" বলা হয়। পূর্ব্বের ১৪৮ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, সেখানে কোন সাপ্রেসার গ্রিড নাই। ১৪৯ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, ১৪৮ নং চিত্রে যে সিম্বল দেখান হয়েছে তার সঙ্গে আর একটি গ্রিড যোগ করে এই চিত্র অঙ্কন করা হয়েছে। কিন্তু কাজের দিক দিয়ে দেখতে গেলে দেখা যায় যে, মিক্সার হিসাবে ১৪৮ নং চিত্রে অঙ্কিত "হেক্সোড" অপেক্ষা ১৪৯ নং চিত্রে অঙ্কিত "হেপটোড" বহুগুণে ভাল কাজ করে।

১৫০ নং চিত্র

ফ্রিকোয়েন্সী চেঞ্জার হিসাবে যে সকল টিউব ব্যবহার করা হয়ে থাকে "পেন্টা-গ্রিড টিউব" তাদের মধ্যে অন্যতম। অনেক সময় দেখা যায়, একটি মাত্র আবরণের মধ্যে দুটি বিভিন্ন ভ্যালভকে একত্র করে ফ্রিকোয়েন্সী চেঞ্জার হিসাবে ব্যবহার করা হয়। যেমন—"ট্রায়োড হেক্সোড" প্রভৃতি ভ্যালভ। কিন্তু পেন্টা-গ্রিড টিউবকে বলা হয়,'**সিঙ্গল-টিউব ফ্রিকোয়েন্সী চেঞ্জার**' (Single tube frequency changer) তাই এর আভ্যন্তরীণ গঠন-প্রণালী সম্বন্ধে কিছু আলোচনা করা প্রয়োজন মনে করি। ১৫০ নং চিত্রে এই টিউবের গ্রিড, ক্যাথোড ও ফিলামেন্টকে

পৃথক পৃথক ভাবে অঙ্কন করা হয়েছে আর ১৫১ নং চিত্রে তাদেরকে একত্রিত করে—ঠিক যেরূপ টিউবের ভিতরে থাকে—সেইরূপ ভাবে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে টিউবের ফিলামেণ্টটি ঠিক "M" আকারের। এই ফিলামেণ্ট সাধারণত এক প্রকার মেটালিক ক্যাথোডের মধ্যে থাকে। ঐ

১৫১ নং চিত্র

ক্যাথোডটি আবার একপ্রকার সূক্ষ্ম (Narrow) গ্রিড দ্বারা বেষ্টিত থাকে। এই গ্রিডটি নিকেল তার নামক এক প্রকার তারের হয়ে থাকে. আর ঐ নিকেল তার তামার উপর জড়ান থাকে। চিত্রে এই গ্রিডকে ১ নং দ্বারা চিহ্নিত করা হয়েছে।

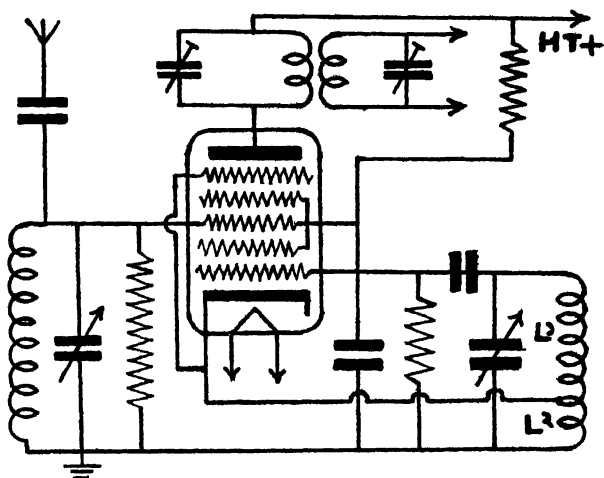
এরপর ২ নং গ্রিড—চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এই ইলেক্‌টোডের আকার অপরাপর গ্রিডের মত নয়। একটি তার "ইউ"-এর আকারে পরিণত করে এই গ্রিডের কাজ করান হয়েছে। অনেকে এই গ্রিডকে ফ্যানটম্ (Phantom) গ্রিড বলে থাকেন। এর পরের যে গ্রিড ৩, ৪ ও ৫ আছে, তাদের আকার সাধারণ গ্রিডের ন্যায়। এই সকল ইলেকটোডই

১৫২ নং চিত্র

আলাদা আলাদা পিনে যুক্ত থাকে। কেবল ৩ নং ও ৫ নং ইন্টারন্যালী যুক্ত থাকে, তাই তাদের উভয়ের সংযোগ একটি পিনেই হয়। ৪ নং গ্রিড সাধারণতঃ টিউবের উপরে যুক্ত থাকে। ১৫২ নং চিত্রে একটি "পেন্টা-গ্রিড" কনভার্টারের সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এরিয়াল

কাপলিং হিসাবে একটি মাত্র টিউনিং সার্কিট ব্যবহার করা হয়েছে। আর ক্যাথোডে এই রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করে গ্রিডের নেগেটিভ ব্যায়াসের ব্যবস্থা করা হয়েছে। ব্যায়াস হিসাবে যে রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করা হয়েছে, তা একটি ভেরিয়েবল টাইপ রেজিষ্ট্যান্স। এখানে ফিক্সড্ রেজিষ্ট্যান্সও ব্যবহার করা যায়। তবে সিগন্যাল গ্রিডের ভেরিয়েবল-মিউ-ক্যারাকটারিসটিকস্ থাকায় টিউবের ভ্যলুমকে কন্ট্রোল করার জন্য ব্যায়াস রেজিষ্ট্যান্সকে ভেরিয়েবল টাইপ ব্যবহার করা হয়েছে।

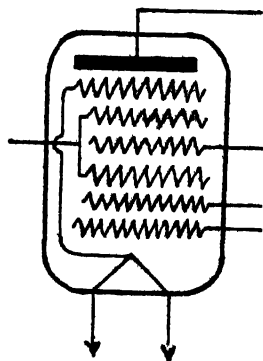
চিত্রে অঙ্কিত গ্রিড ৩ নং ও ৫ নং একত্রে স্ক্রিন-গ্রিডের কাজ করে। সুতরাং এই স্ক্রিন-গ্রিডই অসিলেটর ও সিগন্যাল গ্রিডের মধ্যে কোনরূপ ক্যাপলিং হওয়ার পথে বাধার সৃষ্টি করে। কারণ, তা না হলে অসিলেটরী ফ্রিকোয়েন্সী এরিয়ালে "রি-রেডিয়েটেড" হয়ে টিউনিং সার্কিটকে মিস্-টিউণ্ড করার সম্ভাবনা দেখা দিত। এই চিত্রে লক্ষ্য করার প্রধান বিষয় হচ্ছে ১ নং গ্রিডেব সঙ্গে যুক্ত গ্রিড-লিক রেজিষ্ট্যান্স ও কনডেন্সার। এই সার্কিটে ঐ রেজিষ্ট্যান্স ও কনডেন্সারের কাজ গ্রিডকে রেক্টিফাই করা নয়—যখন গ্রিড ম্যাকসিমাম্ পজিটিভ চার্জ যুক্ত হয়, তখন গ্রিড কারেণ্ট প্রবাহের জন্য রেজিষ্ট্যান্সের অ্যাক্রশে ভোল্টেজ ড্রপের ফলে যে পোটেনশিয়ালের সৃষ্টি হয়, গ্রিডকে সকল সময় ঠিক সেই পোটেনশিয়ালে রাখার কাজ করে।

১৪৯ নং চিত্রে পেণ্টাগ্রিড-টিউবের যে সিম্বল অঙ্কিত হয়েছে, ১৫২ নং চিত্রের সার্কিট লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এখানে ব্যবহৃত টিউবের সঙ্গে তার সামান্য তফাৎ আছে। তাই এখানে প্রত্যেকটি ইলেকটোডের কার্য্যকারিতা আলাদা ভাবে বুঝিয়ে দেওয়া হচ্ছে। অন্যান্য টিউবের ন্যায় ক্যাথোড থেকে নির্গত

ইলেকট্রন প্লেটে যাওয়ার পথে ২ নং ও ৩নং গ্রিড তার গতি বৃদ্ধি করে দেয়, কারণ ২ নং ও ৩ নং গ্রিড ক্যাথোডের তুলনায় পজিটিভ। ৪ নং গ্রিড ক্যাথোডের তুলনায় নেগেটিভ পোটেন-শিয়ালে থাকায় ইলেকট্রোন-প্রবাহের তীব্র গতির কিছুটা এই গ্রিড সংযত করে দেয়। আবার ১নং ও ২নং গ্রিড এবং ক্যাথোড মিলিতভাবে একটি ট্রায়োড টিউবের কাজ করে; অর্থাৎ ২নং গ্রিড তখন প্রায় একটি প্লেটের ন্যায় কাজ করে। যাহা

১৫৩ নং চিত্র

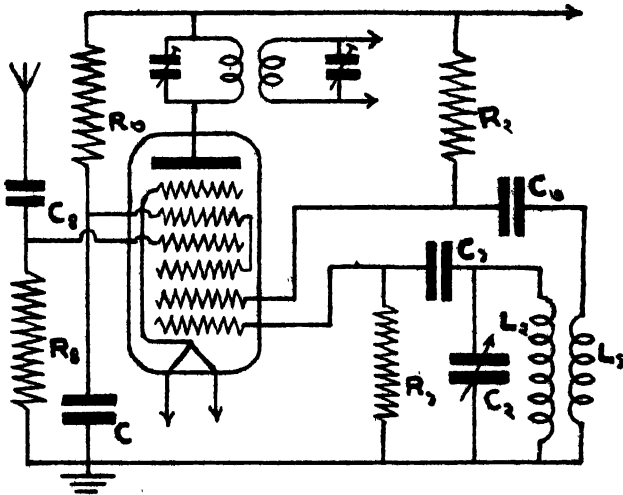
হউক প্রধান প্লেট কারেন্টকে ১ নং ও ৪ নং গ্রিড কণ্ট্রোল করে থাকে। পূর্ব্বেই বলেছি যে, উভয়ের প্রভাবই একটি ফ্রিকোয়েন্সীর সৃষ্টি করে।

১৫৩ নং চিত্রে "পেণ্টাগ্রিডের" সিম্বল অনুসারে একটি সার্কিট অঙ্কন করা হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে,

পূর্ব্বে অসিলেটর অধ্যায়ে যে "হার্টলী অসিলেটর" সম্বন্ধে বলেছি—এই চিত্রে সেই সার্কিটই ব্যবহার করেছি। এই "পেন্টাগ্রিড ফ্রিকোয়েন্সী কনভার্টার" সার্কিট একই প্লেট কারেন্টের উপর কাজ করায় এর অপারেশনের জন্য বেশী পাওয়ার প্রয়োজন হয় না। আর প্রাকটিক্যাল কাজের দিক দিয়েও এই সার্কিট বিশেষ অসুবিধার সৃষ্টি করে না, কিন্তু উভয় প্লেট কারেন্টের জন্য একই ইলেকট্রোন ব্যবস্থা থাকায় সার্কিটের সেনসিটিভিটি বিশেষ থাকে না। সুতরাং

১৫৪ নং চিত্র

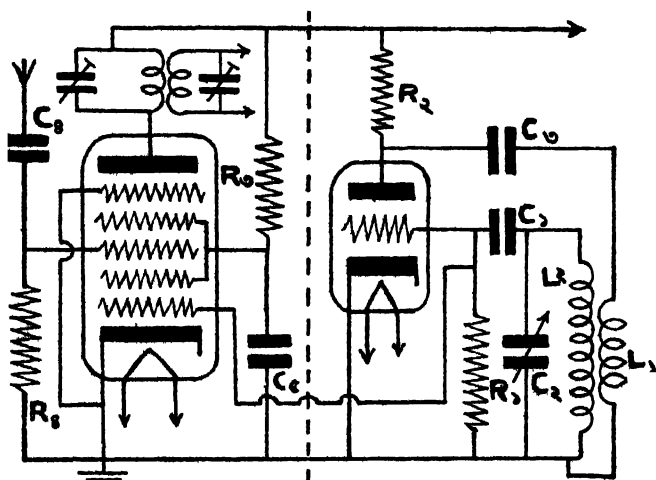
ঠিকমত বলতে গেলে বলা যায় যে, লো-ফ্রিকোয়েন্সি অর্থাৎ প্রায় ১৬০০ কিঃ সাঃ পর্য্যন্ত এই সার্কিট বেশ ভালই কাজ দেয়। অনেক সময় দেখা গেছে যে এর বেশী ফ্রিকোয়েন্সিতে অসিলেটর কোন কাজ করে না।

যাহা হউক মোটের উপর যেখানে কম পাওয়ারের উপর রিসিভারকে কাজ করতে হয়,—যেমন ড্রাই-ব্যাটারী রিসিভার সেখানে পেন্টাগ্রিড কনভার্টারই উপযুক্ত। কিন্তু ড্রাই-ব্যাটারী

রিসিভারের টিউবগুলি ডাইরেক্টলি-হিটেড-টাইপ হওয়ায় অর্থাৎ কোন ক্যাথোড না থাকায় ১৫৩ নং চিত্রে ব্যবহৃত হার্টলী অসিলেটর সার্কিট সেখানে ব্যবহার করা যায় না। তাই সেখানে টিকলার্স-অসিলেটর সার্কিট ব্যবহার করতে হয়। কিন্তু এইরূপ সার্কিটের জন্য একটি অসিলেটর প্লেটের প্রয়োজন হয়। তাই অসিলেটর গ্রিড ও স্ক্রিন-গ্রিডের মধ্যে আর একটি

১৫৫ নং চিত্র

গ্রিড যুক্ত করা হল। এইরূপ ড্রাই-ব্যাটারীতে কাজের জন্য আটটি ইলেকটোড যুক্ত টিউবের সৃষ্টি হল—আর তার নাম দেওয়া হল "অক্টোড-টিউব।" ১৫৪ নং চিত্রে অক্টোড-টিউবের সিম্বলকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। ১৫৫ নং চিত্রে টিকলার্কের অসিলেটর যুক্ত ও অক্টোড-টিউব দ্বারা গঠিত একটি সার্কিটকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে,

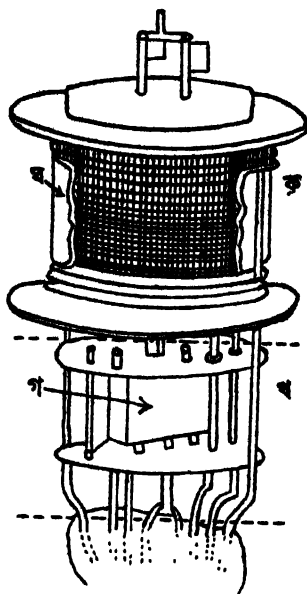
ড্রাই-ব্যাটারীতে ব্যবহারের জন্য কোন ক্যাথোড ব্যবহার করা হয় নি।

এখানে ব্যবহৃত G_1 হচ্ছে অসিলেটর গ্রিড আর G_2 হচ্ছে অসিলেটর প্লেট। সার্কিট লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এই ইলেকট্রোডটি পজিটিভ সাপ্লাইয়ের সঙ্গে যুক্ত আছে। সুতরাং আকারে গ্রিড হলেও এর কাজ অনেকটা প্লেটেরই ন্যায় হয়ে থাকে।

১৫৫ নং চিত্র

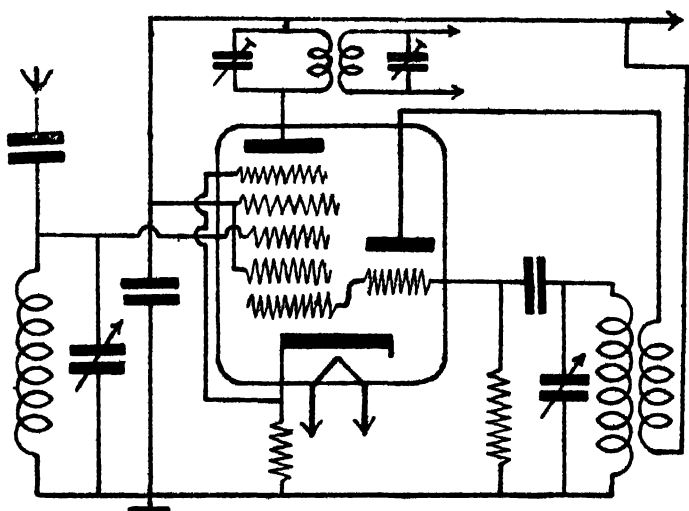
সিঙ্গল টিউব ফ্রিকোয়েন্সি কনভার্টার হিসাবে পেণ্টাগ্রিড টিউবের যেরূপ নাম আছে, সেইরূপ কেবলমাত্র মিক্সার হিসাবেও এর নাম আছে। পূর্ব্বে ১৫২ নং চিত্র বর্ণনা করার সময় বলেছি যে ১ নং ও ২ নং গ্রিড এবং ক্যাথোড মিলিত ভাবে একটি ট্রায়োড টিউবের ন্যায় কাজ করে। আমাদের আরো জানা আছে যে ঐ ১ নং ও ২ নং গ্রিড মিলিত

ভাবে অসিলেটরের কাজ করে থাকে। এখন ১৫৬ নং চিত্রে ঐ ট্রায়োড অংশকে আলাদা করে দেওয়া হয়েছে। কিন্তু চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, পেন্টাগ্রিড টিউব ঠিকই আছে অর্থাৎ তার প্রত্যেকটি ইলেক্ট্রোড ঠিকই আছে। চিত্র লক্ষ্য করলে আরো দেখা যাবে যে, পেন্টাগ্রিড ও ট্রায়োড টিউবের ১ নং গ্রিড ডাইরেক্টলী সর্ট করা আছে। সুতরাং যখন সেট অন করা হবে তখন ট্রায়োড টিউবের কন্ট্রোল গ্রিডের সঙ্গে সঙ্গে মিক্সার গ্রিড নং ১-ও অসিলেট করতে থাকবে। আবার মিক্সার টিউবের ৩ নং গ্রিডে আর, এফ্, সিগন্যাল দেওয়ায় তাও সিগন্যাল অনুযায়ী অসিলেট করবে। ফলে উভয় অসিলেশনই প্লেট কারেন্টের উপব প্রভাব বিস্তার করবে।

পূর্ব্বে যে "টিকলার্স-টিউণ্ড-গ্রিড" অসিলেটর সম্বন্ধে আলোচনা কবেছি, এই সার্কিট সেই অনুসারেই গঠন করা হয়েছে। কিন্তু এখানে ইনডাইরেক্টলী ফিড-ব্যাক প্রথা ব্যবহার করা হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, টিউবের দুটি স্ক্রিনগ্রিডের জন্য একই বাইপাস কনডেন্সার C_5 এবং লোড হিসাবে R_3 ব্যবহার করা হয়েছে। কিন্তু আধুনিক যুগের বৈজ্ঞানিকদেব আবিষ্কারের ফলে রেডিও টিউবেরও বহু উন্নতি সাধিত হয়েছে অর্থাৎ অল্পের মধ্যে বহুতর জিনিষকে একত্রিত করে কাজে লাগান হচ্ছে। তাই আজ আর কেহ চান না ১৫৬ নং চিত্রের ন্যায় দুটি টিউব ব্যবহার করতে, কারণ তাতে জায়গাও অনেক লাগে আর প্র্যাকটিক্যাল কাজের সময়ও বেশী লাগে—অনেক এনার্জীও নষ্ট হয়। এখন একপ্রকার টিউব আবিষ্কৃত হয়েছে, যার একটি মাত্র আবরণের মধ্যে ১৫৬ নং চিত্রে অঙ্কিত দুটি টিউবই একত্রে থাকে—এইরূপ টিউবকে বলা হয় "টুইন-ইউনিট-টিউব" ১৫৬ নং চিত্রে যে টিউব ব্যবহার

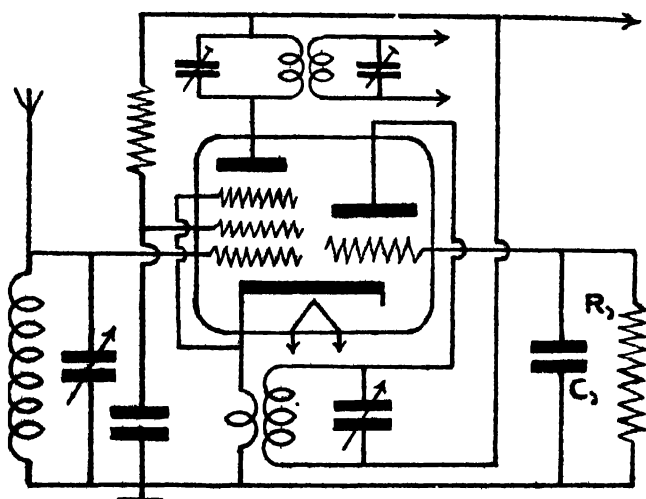
করা হয়েছে তাদের মধ্যে একটি পেন্টাগ্রিড বা হেপটোড আর অপরটি ট্রায়োড টিউব। সুতরাং যে আবরণের মধ্যে এই দুটি একত্রে থাকে তাকে বলা হয় "ট্রায়োড-হেপটোড" ১৫৭নং চিত্রে একটি ট্রায়োড-হেপটোড টিউবের ভিতরের চিত্র দেখান হয়েছে। লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, টিউবের মধ্যে

১৫৭ নং চিত্র

দুটি ভাগ আছে। চিত্রে দুটি অংশ ক ও খ দ্বারা দেখান হয়েছে। চিত্রে খ অংশ হচ্ছে ট্রায়োড ও ক অংশ হচ্ছে হেপটোড—আর গ হচ্ছে ট্রায়োডের প্লেট। ঘ হচ্ছে হেপটোড প্লেট আর ঙ হচ্ছে উপরের স্ক্রিন গ্রিড।

কেবল যে "ট্রায়োড-হেপটোডই" আছে তা নয় এইরূপ "ট্রায়োড-হেক্সোড" "ট্রায়োড-পেণ্টোড"—প্রভৃতি বহু প্রকার টিউবের প্রচলন আছে। ১৫৮ নং চিত্রে একটি ট্রায়োড-হেপটোডের সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এই চিত্রের সঙ্গে ১৫৬ নং চিত্রের কোন পার্থক্য নাই। এখানেও "টিকলার্স-অসিলেটরের" সার্কিট

১৫৮ নং চিত্র

ব্যবহার করা হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, হেপটোড টিউবের অসিলেটর গ্রিড আর ট্রায়োড টিউবের কণ্ট্রোল গ্রিড ইণ্টারনালী সর্ট করা আছে। সুতরাং হাই-ফ্রিকোয়েন্সীর কাজে এইরূপ ভ্যালভের সুবিধা এই যে, এখানে কোন এনার্জী লস্ হতে পারে না। ১৫৬ নং চিত্রে দুটি গ্রিড

বাহির থেকে সর্ট করায় অনেক সময় তারের রেজিষ্ট্যান্সের জন্য হাই-ফ্রিকোয়েন্সীর কাজে এনার্জী লস্ হয়।

১৫৯ নং চিত্রে একটি 'ট্রায়োড-পেন্টোড-কনভার্টার"-এর সার্কিট অঙ্কন করেছি। চিত্রটি ভালরূপে লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এই অধ্যায়ে এ পর্য্যন্ত যে সকল ফ্রিকোয়েন্সী চেঞ্জার বা কনভার্টার সার্কিট অঙ্কন করেছি—এই সার্কিটটি তাদের থেকে

১৫৯ নং চিত্র

কিছু ভিন্ন প্রকৃতির। যদিও আধুনিক গ্রাহক যন্ত্রে এইরূপ সার্কিট দেখা যায় না কারণ প্র্যাকটিক্যাল কাজে এইরূপ সার্কিট অনেক অসুবিধার সৃষ্টি করে—তথাপি শিক্ষার্থীদের এই সার্কিট সম্বন্ধে কিছু জেনে রাখা প্রয়োজন মনে করি। প্রথমেই চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, পূর্ব্বে ১৫৮ নং চিত্রে হেপটোড টিউবের অসিলেটর গ্রিড ও ট্রায়োড গ্রিড ইণ্টারনালী সর্ট

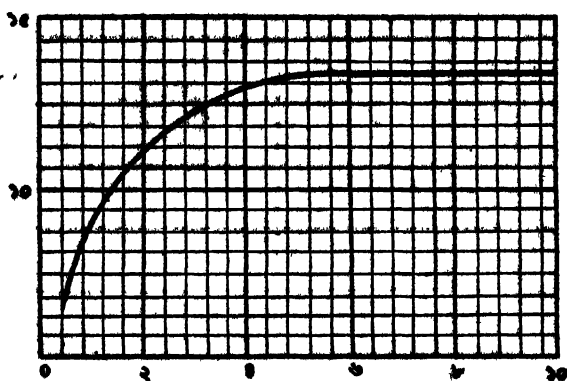
দেখান হয়েছে। কিন্তু এই সার্কিটে পেন্টোড ও ট্রায়োড টিউবের কোন গ্রিড ইন্ট্রারনালী সর্ট নাই। এই চিত্রে মিক্সার হিসাবে ব্যবহৃত পেন্টোড টিউবে আলাদা কোন অসিলেটর গ্রিডও যুক্ত নাই। চিত্র লক্ষ্য করলে আরো দেখা যাবে যে অন্যান্য সার্কিটের ন্যায় প্লেট ও গ্রিড সার্কিটের মধ্যে কোন কাপলিং ব্যবস্থা নাই। এখানে গ্রিডকে রেজিষ্ট্যান্স R_1 এর মধ্য দিয়ে "জিরো"—পোটেনশিয়ালে রাখা হয়েছে। আর গ্রিডকে ব্যায়াস সরবরাহ করার জন্য ঐ রেজিষ্ট্যান্সের অ্যাক্রসে একটি কনডেন্সার C_1 যুক্ত করা হয়েছে। প্লেট ও ক্যাথোডের মধ্যে দুটি কয়েল ব্যবহার করে তাদের মধ্যে ইণ্ডাকটিভলী কাপলিং-এর সৃষ্টি করা হয়েছে। পূর্ব্বেই বলেছি যে গ্রিড ও ক্যাথোডের মধ্যে "পোটেনশিয়াল ডিফারেন্স"-এর সৃষ্টি করে প্লেট কারেন্টকে কন্ট্রোল করা যায়। এর প্রধান উপায় হচ্ছে ক্যাথোডকে একটি নির্দ্দিষ্ট পোটেনশিয়ালে রেখে গ্রিডকে ভ্যারি করা। এই কার্য্যপ্রণালীর উপর নির্ভর কোরে ১৫৯ নং চিত্রে ঠিক তার বিপরীত প্রথাটি ব্যবহার করা হয়েছে। অর্থাৎ গ্রিডকে একটি নির্দ্দিষ্ট পোটেনশিয়ালে রেখে তার অনুপাতে ক্যাথোড পোটেনশিয়ালকে ভ্যারি করে প্লেট কারেন্টকে কন্ট্রোল করা হয়েছে। সুতরাং এই ভাবে প্লেট কারেন্টকে ভ্যারি করলে টিউবটি অসিলেট করতে থাকবে। আবার মিক্সার ও অসিলেটর উভয়ের জন্য একই ক্যাথোড ব্যবহার করায় টিউবে সাপ্লাই থাকা কালে ক্যাথোডের পোটেনশিয়াল ভ্যারী করলে তা পেন্টোড টিউবের উপরও প্রভাব বিস্তার করবে। ফলে কন্ট্রোল গ্রিডের পোটেনশিয়ালও ভ্যারি করবে। সুতরাং প্লেট কারেন্টও ভ্যারী করবে। এইভাবে অসিলেটর ভ্যালভের অসিলেশন ও নিজের (পেন্টোড ভ্যালভের) কন্ট্রোল-গ্রিডের অসিলেশন উভয়ই প্লেট কারেন্টের উপর প্রভাব বিস্তার করবে।

করে প্লেট কারেন্ট উভয়ের মিলিত ফ্রিকোয়েন্সী অর্থাৎ "বিট্"-ফ্রিকোয়েন্সীর উপর কাজ করবে।

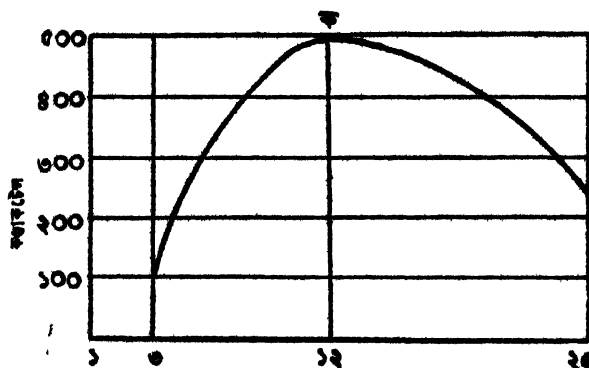
ফ্রিকোয়েন্সী চেঞ্জিং ভ্যালভ ও বিভিন্ন প্রকার সার্কিট সম্বন্ধে আলোচনা এইখানেই শেষ হল। এখন এই সকল টিউবের ক্যার‍্যাকটারিসটিকস্ সম্বন্ধে কিছু আলোচনা করে এই অধ্যায় শেষ করব।

কনভারসন কন্‌ডাকটেন্স (Conversion conductance) ফ্রিকোয়েন্সী চেঞ্জিং ভ্যালভ বা সার্কিট কিরূপ কাজ করবে তা জানতে গেলে তাদের কতকগুলি কার্য্যকরী ফ্যাক্টর (factor) সম্বন্ধে জ্ঞান রাখা দরকার। ফ্রিকোয়েন্সী চেঞ্জার কিরূপ কাজ করবে তা নির্ভর করে অসিলেটরের সিগন্যাল গ্রিডের ক্যার‍্যাক-টারিসটিক-এর উপর আর তার মান নির্ণয় করা হয়, কনভারশন কন্‌ডাকটেন্স দ্বারা, কনভারশন কন্‌ডাকটেন্স হচ্ছে ফ্রিকোয়েন্সী চেঞ্জিং টিউবের ফ্যাক্টর অব্ মেরিট (factor of merit) টিউবের সিগন্যাল গ্রিডে অল্টারনেটিং সিগন্যাল ভোল্টেজের সৃষ্টি করলে ইন্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সী কারেন্টের যে পরি-বর্ত্তন ঘটে তাকেই কনভারশন কনডাকটেন্স বলে অভিহিত করা হয়—আর সাধারণতঃ মিলি-এ্যাম্পিয়ার পার ভোল্ট (ma/v) অথবা মাইক্রোমোস্ পার ভোল্ট (micromhos/v) এই সংক্ষিপ্ত শব্দ দ্বারা তাকে প্রকাশ করা হয়।

১৬০ নং চিত্রে একটি কার্ভ অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। পূর্ব্বেই বলেছি যে, ফ্রিকোয়েন্সী চেঞ্জিং টিউবের অসিলেটর থেকে যে ভোল্টেজের সৃষ্টি হয়, তাকে বলা হয় হেটেরোডাইন ভোল্টেজ। এই হেটেরোডাজন ভোল্টেজকে কম বেশী করে একটি পেন্টাগ্রিড টিউব থেকে কি প্রকারের কনভারশন কনডাক-টেন্সের সৃষ্টি করা যায় ১৬০ নং চিত্র তারই উদাহরণ। চিত্র

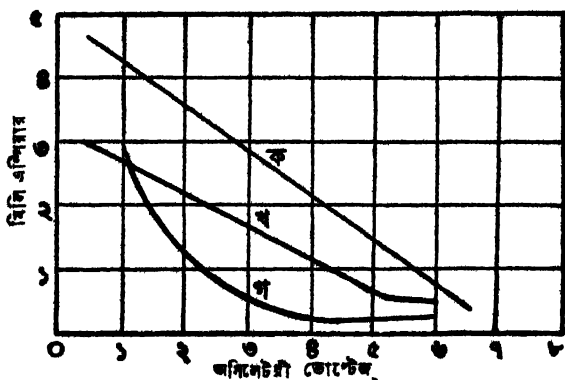
লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, হেটেরোডাইন ভোল্টেজ অর্থাৎ অসিলেটরী ভোল্টেজ যদি ৬ ভোল্টের কম হয়, তবে টিউবের এফিসিয়েন্সি অনেক হ্রাস পাবে। আশ্চর্য্যের বিষয় এই যে অসিলেটরী ভোল্টেজ সামান্য হ্রাস পেলে টিউবের এফিসিয়েন্সী অনেক হ্রাস পায়, কিন্তু অসিলেটরী ভোল্টেজ বৃদ্ধি করলে টিউবের এফিসিয়েন্সী সেই অনুপাতে বৃদ্ধি পায় না।

১৬০ নং চিত্র

টিউবের কনভারশন কনডাকটেন্স কার্ভ (Conversion conductance curve of tubes) :—ফ্রিকোয়েন্সী কনভার্টার সার্কিটকে ভালভাবে কাজ করাতে গেলে সেই সার্কিটে ব্যবহৃত টিউবের হেটেরোডাইন ভোল্টেজ ও কনডাকটেন্স-কার্ভের প্রতি লক্ষ্য রাখা প্রয়োজন। ১৬১ নং চিত্রে একটি কার্ভ অঙ্কন করা হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, লোক্যাল অসিলে-টরের ভোল্টেজ ৩ ভোল্ট থেকে ১২ ভোল্টে বৃদ্ধি পেলে ঐ

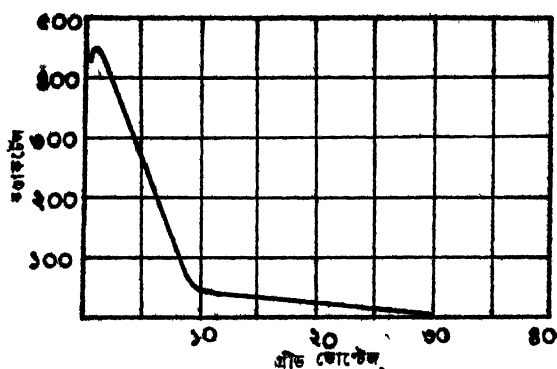
টিউবের কনভারশন কনডাকটেন্স প্রায় ১০০থেকে ৫০০ মাইক্রো-মহ্ পর্য্যন্ত বৃদ্ধি পায়। কিন্তু ঐ অসিলেটর ভোল্টেজ বৃদ্ধি পেলে কনডাকটেন্স বৃদ্ধি পায় না তা ক্রমশঃ নীচের দিকে আসতে থাকে। এই কার্ভে যে "ক" চিহ্ন দেওয়া আছে তা থেকে বুঝা যাচ্ছে যে অসিলেটরী ভোল্টেজের ঐ অংশটুকুর মধ্যেই টিউবের ম্যাকসিম্যাম গেন পাওয়া যায়। পূর্ব্বেও বলেছি এবং এখনও বলছি যে এই কাট্-অফ্ পয়েন্টকেই বলে অপটিম্যাম-ভ্যালু।

১৬১ নং চিত্র

এক্ষেত্রে একে অসিলেটরী ভোল্টেজের অপটিম্যাম ভ্যালু বা অপটিম্যাম হেটেরোডাইন বলা হয়।

বাজারে অনেক টিউব পাওয়া যায় যাদেরকে বলে 'বিম-পাওয়ার টাইপ্" এ সম্বন্ধে আউট-পুট ষ্টেজ অধ্যায়ে আলোচনা করা হয়েছে। এখন এই সার্কিটে ব্যবহৃত হেপটোড বা অক্টোড টিউব যদি "বিম-টাইপ" না হয় তবে যখন অল-ওয়েভ গ্রাহক যন্ত্রকে মিডিয়াম ব্যাণ্ড থেকে সর্ট ওয়েভ ব্যাণ্ড আনা

হবে তখনই হেটেরোডাইন ভোল্টেজ অপটিম্যাম ভ্যালুর অনেক নীচে নেমে আসবে। ফলে মিডিয়াম ওয়েভস্-এর সময় মিক্সার থেকে যে গেন পাওয়া যায় সর্ট ওয়েভস্-এর সময় তা অনেক কমে যায়। এই অবস্থা যাতে দেখা দিতে না পারে তারজন্য এমন একটি ব্যবস্থা অবলম্বন করতে হয় যাতে সর্ট ওয়েভস রিসেপশনের সময় হেটেরোডাইন বা অসিলেটরী ভোল্টেজ অপটিম্যাম ভ্যালুর কাছাকাছি আসে। যদি অসিলেটর প্লেট ও স্ক্রিন-গ্রিডের ভোল্টেজ সর্ট ওয়েভস্ গ্রহণকালে

১৬২ নং চিত্র

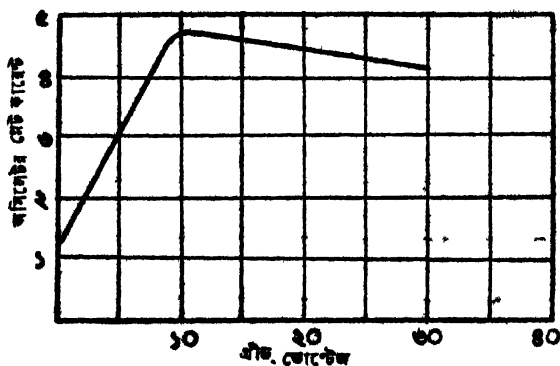
বৃদ্ধি করা যায়, তবেই অসিলেটরী ভোল্টেজ কোন প্রকারে অপটিম্যাম ভ্যালুর দিকে আসে। কিন্তু স্ক্রিন-গ্রিডে প্রদত্ত ভোল্টেজ বৃদ্ধি করার একটা সীমা আছে। কারণ ঐ ভোল্টেজ বৃদ্ধি করলেই সমগ্র ফ্রিকোয়েন্সী চেঞ্জিং ভ্যালভই অসিলেট করতে থাকবে। এইজন্য অনেক সময় অসিলেটর অংশকে আলাদা ভাবে ব্যবহার করা হয়। কিন্তু পূর্ব্বেই বলেছি তাতে খরচ অনেক এবং জায়গাও যথেষ্ট প্রয়োজন।

১৬২ নং চিত্রে একটি হেপটোড অথবা অক্টোড টিউবের কার্ভ অঙ্কন করা হয়েছে। এই কার্ভ দ্বারা দেখান হয়েছে কিরূপে অসিলেটরী ভোল্টেজ পরিবর্ত্তিত হলে ঐ টিউবের বিভিন্ন ইলেক্ট্রোডের কারেন্টও পরিবর্ত্তিত হয়। চিত্রে যথাক্রমে ক, খ ও গ এই তিনটি কার্ভকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। ক হচ্ছে মিক্সার প্লেট, খ হচ্ছে স্ক্রিন-গ্রিড এবং গ হচ্ছে অসিলেটর প্লেট। চিত্র লক্ষ্য করলে বেশ ভাল ভাবেই বুঝা

১৬৩ নং চিত্র

যাবে যে, যখনই অসিলেটরী ভোল্টেজ বৃদ্ধি পায় তখনই ঐ স্ক্রিন গ্রিড, মিক্সার প্লেট ও অসিলেটর প্লেটের কারেন্টও লো-ভ্যালুতে চলে আসে।

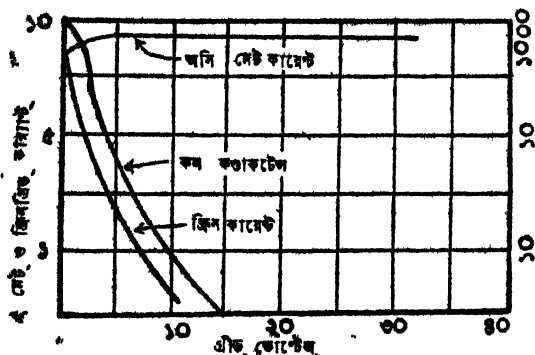
পূর্ব্বেই বলেছি যে হেপটোড বা অক্টোড টিউব যুক্ত কনভারটার ষ্টেজ যখন সর্ট ওয়েভসে কাজ করে তখন তার অসিলেটরী ভোল্টেজ বেশ কমে যায়। সুতরাং উপরের আলোচনা থেকে বুঝা যায় যে, অসিলেটরী ভোল্টেজ কমে

গেলে বিভিন্ন পজিটিভ ইলেকট্রোডের কারেন্ট বৃদ্ধি পাবে। ফলে ঐ টিউবের স্পেশ কারেন্টও বৃদ্ধি পাবে। এ থেকে বুঝা যাচ্ছে যে, যদি গ্রাহক-যন্ত্রকে সুন্দর রূপে কাজ করতে হয়, তবে তার অসিলেটরী ভোল্টেজও সকল সময়েই স্থির থাকতে হবে।

১৬৩ নং চিত্রে, আরও একটি হেপটোড ফ্রিকোয়েন্সী-কনভার্টারের কার্ভ অঙ্কন করা হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, সিগন্যাল-গ্রিডে ব্যায়াস ভোল্টেজ পাওয়ার সঙ্গে সঙ্গে টিউবের কনভারশন কনডাকটেন্স দ্রুত হ্রাস পেতে থাকে।

১৬৪ নং চিত্র

চিত্রে দেখান হয়েছে যে, গ্রিডের ব্যায়াস ভোল্টেজ ২ ভোল্ট থেকে প্রায় ১০ ভোল্টেজ বৃদ্ধি পেলে কনভারশন কনডাকটেন্স ৫০০ মাইক্রোমস্ থেকে প্রায় ৩০ মাইক্রোমস্-এ চলে আসে। এর পর ব্যায়াস ভোল্টেজ যেমন বৃদ্ধি পেতে থাকে কনভারশন কনডাকটেন্সও ক্রমশ হ্রাস পেতে থাকে।

১৬৪ নং চিত্রে আরও একটি কার্ভ অঙ্কন করা হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, সিগন্যাল গ্রিডের ব্যায়াস ভোল্টেজ

ক্রমশ বৃদ্ধি পেতে থাকলে অসিলেটর প্লেট কারেন্টও বৃদ্ধি পেতে থাকে। কিন্তু এমন এক সময় আসে যখন গ্রিড ব্যায়াস ভোল্টেজ বৃদ্ধি পেলে অসিলেটর কারেন্ট আর বৃদ্ধি পায় না; কিন্তু কমতে থাকে। চিত্রে দেখান হয়েছে যে ম্যাকসিম্যাম ব্যায়াস ১০ ভোল্ট হলে ম্যাকসিম্যাম অসিলেটর প্লেট কারেন্ট হয় ৪'৭ মিলি এ্যাম্পিয়ার। কিন্তু ঐ ১০ ভোল্ট-এর পরেই ব্যায়াস বৃদ্ধি পাওয়ার সঙ্গে সঙ্গে প্লেট কারেন্ট হ্রাস পাচ্ছে। কার্ভের এই ম্যাকসিম্যাম অবস্থাকে বলা হয় স্যাচুরেশন পয়েন্ট।

১৬৫ নং চিত্র

এরপর আসা যাক ট্রায়োড-হেক্সোড-কনভার্টার সার্কিটে। ১৬৫ নং চিত্রে এই টিউবের অপারেশন কার্ভকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। পূর্ব্বের ১৬৩ এবং ১৬৪ নং চিত্রের সঙ্গে এই কার্ভকে তুলনা করলে তাদের মধ্যে কতকগুলি পার্থক্য দেখা যাবে। নিম্নে পার্থক্যগুলি দেওয়া হল।

১। পূর্ব্বে হেপটোড টিউবের সময় ম্যাকসিম্যাম কনভারশন কনডাকটেন্সের ভ্যালু ছিল প্রায় ৫০০ মাইক্র এ্যাম্পিয়ার

কিন্তু ট্রায়োড-হেক্সোডের বেলায় তা প্রায় ১০০০ মাইক্রো এ্যাম্পিয়ার হয়ে থাকে।

২। ১৬৪ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এখানে গ্রিডের ব্যায়াস ভোল্টেজ যত কমতে থাকে তার কনভারশন কনডাকটেন্স তত বৃদ্ধি পেতে থাকে।

৩। হেপটোড টিউবের আলোচনা প্রসঙ্গে বলা হয়েছে যে সিগন্যাল গ্রিডের ভোল্টেজ ভ্যারি করলে অসিলেটর প্লেটের কারেন্টও ভ্যারি করে। কিন্তু ট্রায়োড-হেক্সোডের কার্ভ লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, কন্ট্রোল গ্রিড ভোল্টেজ যেরূপই হোক না কেন অসিলেটর প্লেট কারেন্ট সকল ক্ষেত্রেই প্রায় সমান রয়ে গেছে।

হেপটোড ও ট্রায়োড-হেক্সোড টিউবের পার্থক্যগুলির মধ্যে ৩ নং পার্থক্যই প্রধান বলে ধরে নেওয়া যায়। পূর্ব্বে বলেছি যে. হেপটোড টিউবে অসিলেটর প্লেট কারেন্ট স্ক্রিন গ্রিড কারেন্ট ও মিক্সার প্লেট কারেন্ট পরস্পরের উপর নির্ভরশীল হওয়ায় সর্ট ওয়েভস্ রিসেপশনের সময় অসিলেটর সার্কিট ও সিগন্যাল সার্কিটের মধ্যে সংঘর্ষ বাধে। ফলে গ্রাহক যন্ত্রের রিসেপশন নষ্ট হয়ে যায়। কিন্তু ট্রায়োড-হেক্সোড টিউবে অসিলেটর ও মিক্সার আলাদাভাবে থাকায় কেবল যে হেপটোড টিউবের উল্লিখিত অসুবিধাগুলিই দূর হয় তা নয়—অসিলেটর প্লেট ও হেক্সোড ইলেকট্রোডগুলির মধ্যে ইন্টার ইলেকট্রোড ক্যাপাসিটিও হ্রাস পায়, যার ফলে সর্ট ওয়েভস রিসেপশন নষ্ট হয় না।

ফ্রিকোয়েন্সী কনভারশনের আলোচনার এখানেই শেষ। পূর্ব্বে বলেছি এবং এখনও বলছি যে, সুপারহেটেরোডাইন রিসিভারের এই অংশই হচ্ছে তার প্রাণস্বরূপ। এই সার্কিটকে ভালরূপে আয়ত্ত করতে পারলে—সুপারহেটেরোডাইন

রিসিভারের অনেক সমস্যাই সহজে সমাধান করতে পারা যাবে। আর একটি বিষয় আলোচনা করেই এই অধ্যায় শেষ করব; তা হচ্ছে এই অধ্যায়ের কার্ভ সম্বন্ধে। এ প্রশ্নও উঠতে পারে যে, কনভারশন কনডাকটেন্সে যে সকল কার্ভ আলোচনা করলাম। যেমন,—হেপটোড, ট্রায়োড-হেক্সোড, অক্টোড প্রভৃতি এই সব টিউবের সার্কিট ও তাদের কাজ যখন আলোচনা করলাম, কার্ভগুলি তখন দিলাম না কেন। কিন্তু কনভারশন কনডাকটেন্স সম্বন্ধে কিছু আলোচনা না ক'রে সেই সব কার্ভ আলোচনা করলে তখন তা বুঝা সম্ভব হত না।

Test Questions

1. *What is the other name given to a converter valve ?*
2. *State briefly how frequency conversion takes place in a circuit.*
3. *Select a widely used converter circuit and state reason for your selection.*
4. *What is conversion conductance of a tube ? What is its relation with oscillatory voltage ?*

পঞ্চদশ অধ্যায়

প্রি-সিলেক্টর

সুপারহেটেরোডাইন রিসিভারে বহু প্রকার সমস্যার উদ্ভব হয়। সেই সকল সমস্যার সমাধান করতে না পারলে রিসিভারের সিলেকটিভিটি, সেনসিটিভিটি প্রভৃতি গুণ নষ্ট হয়ে যায়। পূর্ব্বে বিভিন্ন অধ্যায়ে আলোচনা প্রসঙ্গে অনেক সমস্যার কথা বলেছি। এই অধ্যায়ে অপর একটি দুরূহ সমস্যা ও তার সমাধান সম্বন্ধে আলোচনা করব—সেটি হচ্ছে 'ইমেজ সিগন্যাল'।

ইমেজ-সিগন্যাল (Image Signal)—অনেক সময় দেখা গেছে যে গ্রাহক-যন্ত্র দ্বারা ষ্টেশন ধরতে গেলেই—সেই ষ্টেশনের সঙ্গে সঙ্গে অপর একটি ষ্টেশন এসে পড়ে। লক্ষ্য করলে দেখা যাবে ঐ অপ্রয়োজনীয় ষ্টেশন ও মনোনীত ষ্টেশনের মধ্যে কনভার্টেট ফ্রিকোয়েন্সীর দ্বিগুণ পার্থক্য রয়েছে। উদাহরণ দিয়ে বুঝালে বিষয়টি আরও পরিষ্কার হবে। আর কেনই বা এই সিগন্যালকে ইমেজ বলা হয় তাও বুঝা যাবে।

ধরা যাক, রেডিও গ্রাহক যন্ত্র দ্বারা আমরা ১০,০০০ কিঃ সাঃ ষ্টেশন টিউন করবে, আর আমাদের কনভার্টেড ফ্রিকোয়েন্সী অর্থাৎ ইন্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সী ২০০ কিঃ সাঃ। সুতরাং এ থেকে বুঝা যাচ্ছে যে, টিউবের লোক্যালী জেনারেটেড অসিলেটরী ফ্রিকোয়েন্সী হবে ১০,০০০ + ২০০ = ১০,২০০ অথবা ১০,০০০ − ২০০ = ৯,৮০০ কিঃ সাঃ। যখন লোক্যালী জেনারেটেড ফ্রিকোয়েন্সী হবে ১০,২০০ কিঃ সাঃ তখন এই ইন্টারফিয়ারিং

ষ্টেশন হবে ১০,০০০+২×২০০=১০,৪০০ কিঃ সাঃ। কিন্তু যেখানে লোক্যালী জেনারেটেড ফ্রিকোয়েন্সী হবে ৯,৮০০ কিঃ সাঃ সেখানে ইন্টারফিয়ারিং ষ্টেশন ফ্রিকোয়েন্সী হবে ১০,০০০−২×২০০=৯,৬০০ কিঃ সাঃ।

সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, যেখানে লোক্যালী জেনারেটেড ফ্রিকোয়েন্সী ১০,২০০ অথবা ৯,৮০০ কিঃ সাঃ সেখানে এই ইন্টারফিয়ারিং ফ্রিকোয়েন্সী যথাক্রমে ১০,৪০০ ও ৯,৬০০ কিঃ সাঃ এ থেকে বুঝা যাচ্ছে যে, যদি এই উভয় ফ্রিকোয়েন্সী চেঞ্জিং টিউবের গ্রিডে উপস্থিত হয়, তবে তাও অসিলেটর ফ্রিকোয়েন্সীর সঙ্গে মিশ্রিত হয়ে ২০০ কিঃ সাঃ আই-এফ্-এর সৃষ্টি করবে। সুতবাং সহজেই বুঝা যায় যে, ফ্রিকোয়েন্সী চেঞ্জিং টিউবেব পর যদি কোন টিউনিং সার্কিট থাকে, তবে তার পক্ষে এই দুটি ষ্টেশনকে পৃথক করা সম্ভব নয়। এইভাবে বিচার করে দেখলে দেখা যায় যে, ইন্টাবফিয়ারিং সিগন্যাল ফ্রিকোয়েন্সী অন্ততঃ তার কার্য্যকারিতাব দিক দিয়ে ইপ্সিত (Desired) সিগন্যাল ফ্রিকোয়েন্সীর "ইমেজ"। সেইজন্যই এই ফ্রিকোয়েন্সীকে বলা হয় "ইমেজ ফ্রিকোয়েন্সী ইন্টারফিয়ারেন্স"। আর এই ইমেজ ফ্রিকোয়েন্সী যাতে কোন প্রকাবেই মিক্সার টিউবে প্রবেশ করতে না পারে সেইজন্য তার পূর্ব্বেই একটি টিউনিং সার্কিট ব্যবহার করা হয় অর্থাৎ মিক্সাবের পূর্ব্বেই বহুতর ফ্রিকোয়েন্সী থেকে ডিজায়ার্ড ফ্রিকোয়েন্সীকে পৃথক অর্থাৎ সিলেক্ট করে নেওয়া হয় বলেই এই ব্যবস্থাকে বলা হয় **প্রি-সিলেকটর**।

আই, এফ, নির্ব্বাচন (Selection of I. F.)—আলোচনা প্রসঙ্গে যখন এসে পড়েছি তখন ইন্টাবমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সী সম্বন্ধে কিছু বলে রাখা প্রয়োজন মনে করি। সুপারহেটেরো-ডাইন রিসিভারে আই, এফ, ষ্টেজে দুটি আই-এফ্ ট্রান্সফরমার থাকে। একটি ইন্ পুট্ ও অপরটি আউট পুট্ হিসাবে কাজ করে।

সাধারণভাবে যে ফ্রিকোয়েন্সীকে ইন্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সী হিসাবে ব্যবহার করা হয়, তা ৪৫৫ অথবা ৪৬৫ কিঃ সাঃ হয়ে থাকে, কিন্তু কেন? এই নির্দ্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সী না রেখে যে কোন ফ্রিকোয়েন্সীকেই তো ইন্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সী হিসাবে ধরা যায়। না—যে কোন ফ্রিকোয়েন্সীকেই আই-এফ হিসাবে ধরা যায় না। তার একটা নির্দ্দিষ্ট নিয়ম আছে। এ্যাড্‌জাসেন্ট চ্যানেল আর ইমেজ ফ্রিকোয়েন্সীকে ডিজায়ার্ড ফ্রিকোয়েন্সী থেকে পৃথক রাখতে গিয়েই এইরূপ ব্যবস্থা অবলম্বন করতে হয়েছে।

পূর্ব্বেই আলোচনা করেছি যে ফ্রিকোয়েন্সী কনভার্টার ষ্টেজের পূর্ব্বে প্রি-সিলেকটর টিউনিং রাখা হয়। আবার ঐ ষ্টেজের পরেও আর একটি টিউনিং প্রথা থাকে তাকে বলা হয় "ফাইনাল সিলেকটর"। প্রি-সিলেকটর হিসাবে যে কনডেন্সার ব্যবহার করা হয়, তাকে বাইরে থেকে কণ্ট্রোল করা হয়। সুতরাং কোন ষ্টেশন টিউন করতে এরার কিছু থাকবেই। এক্ষেত্রে যন্ত্রের এরার আর টিউনিং এরার উভয়েই কিছু কাজ করবে। এই এয়ারকে বলা হয় "টিউনিং এয়ার"।

ধরা যাক, প্রি-সিলেক্টরের এরার হচ্ছে শতকরা ৫%। এখন যদি ১০,০০০ কিঃ সাঃ ষ্টেশন টিউন করি আর আই-এফ যদি হয়, ১০০ কিঃ সাঃ তবে ইমেজ হবে ১০,০০০ + ১০০ × ২ = ১০২০০ কিঃ সাঃ ও ৯৮০০ কিঃ সাঃ। উভয় ক্ষেত্রেই ১০,০০০ কিঃ সাঃ থেকে ইমেজ ফ্রিকোয়েন্সী ২০০ কিঃ সাঃ তফাৎ হচ্ছে। সুতরাং শতকরা ব্যবধান হবে ২%। কিন্তু যেখানে যন্ত্রের এরারই হচ্ছে ৫%—যেখানে ২% সিলেকটিভিটি যুক্ত ষ্টেশন কি সে আলাদা করতে পারবে?

আবার এ্যাডজাসেন্ট চ্যানেলকেও গুরুত্ব দিতে হবে। ফাইন্যাল-সিলেক্টর সাধারণত বাইরে থেকে কন্ট্রোল করা হয় না। তাকে ফিক্সড্ রাখা হয়। সুতরাং তার টিউনিং এরার

ধরা যাক শতকরা '৫%। এখন যদি ১০,০০০ কিঃ সাঃ ষ্টেশন টিউন করি আর আই, এফও হয় ৮০০০ কিঃ সাঃ তবে অসিলেটরী ফ্রিকোয়েন্সী হবে ১০,০০০+৮০০০=১,০০০ কিঃ সাঃ ১০০,০০০−৮০০০=২০০০ কিঃ সাঃ। আন্তর্জাতিক নিয়ম অনুসারে দুটি ষ্টেশনের মধ্যে ১০ কিঃ সাঃ পার্থক্য থাকে। সুতরাং ১০,০০০ কিঃ সাঃ-এর এ্যাড্‌জাসেণ্ট ষ্টেশন হবে ১০,০১০ কিঃ সাঃ। সুতরাং ঐ ষ্টেশন ফ্রিকোয়েন্সীটিও হবে ১০,০১০−২০০০ =৮০১০ কিঃ সাঃ অথবা ১৮,০০০−১০,০১০ কিঃ সাঃ=৭৯৯০ কিঃ সাঃ। উভয় ক্ষেত্রেই আই, এফ থেকে এর পার্থক্য হচ্ছে ৮,০০০−৭৯৯০=১০ কিঃ সাঃ অথবা ৮০১০−৮০০০= ১০ কিঃ সাঃ। তাই শতকরা ব্যবধান হবে '১%। কিন্তু '৫% এবার যুক্ত টিউনিং যন্ত্রের পক্ষে তাকে পৃথক করা অসম্ভব।

এই আলোচনা থেকে বুঝা যায় যে, ইমেজ সিগন্যাল সিলেক্‌-টিভিটির জন্য আই, এফ, একটু উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সীর হওয়া দরকার; অপরদিকে এ্যাডজাসেণ্ট চ্যানেল সিলেকটিভিটির জন্য অপেক্ষাকৃত কম শক্তির আই, এফ হওয়া দরকার। এই সকল দিক বিবেচনা করে দুটির মধ্যে সমন্বয় সাধন করে আই, এফ-কে ৪০০ থেকে ৫০০ কিঃ সাঃ এর মধ্যে রাখা হয় ৪০০ কিঃ সাঃ ধরেই দেখা যাক উভয় সিলেকটিভিটি কি প্রকার দাঁড়ায়।

ধরা যাক, উভয় ক্ষেত্রেই আমাদের ষ্টেশন ফ্রিকোয়েন্সী হচ্ছে ১০,০০০ কিঃ সাঃ। এক্ষেত্রে এ্যাডজাসেণ্ট ষ্টেশন ফ্রিকোয়েন্সী হবে ১০,০০০±১০=১০,০১০ ও ৯৯৯০ কিঃ সাঃ, কিন্তু ঐ ফ্রিকোয়েন্সীকে টিউব ও সার্কিট দ্বারা আমরা ৪০০ কিঃ সাঃ এ পরিণত করে নিচ্ছি। তাই এক্ষেত্রে এ্যাড্‌জাসেণ্ট চ্যানেল ফ্রিকোয়েন্সী হবে ৪০০±১০=৪১০ ও ৩৯০ কিঃ সাঃ। সুতরাং শতকরা ব্যবধান হবে—

৪০০ কিঃ সাঃ এ ১০ কিঃ সাঃ

$$১০০ \quad ,, \quad ,, \quad ,, = \frac{১০০ \times ১০০}{৪০০}$$

$$= \frac{৫}{২}$$

$$= ২\text{'}৫$$

আবার ইমেজ ফ্রিকোয়েন্সী হবে ৪০০ × ২ = ৮০০ কিঃ সাঃ। অতএব—শতকরা ব্যবধান হবে—

১০,০০০ কিঃ সাঃ এ ৮০০ কিঃ সাঃ

$$১০০ \quad ,, \quad ,, \quad ,, = \frac{৮০০ \times ১০০}{১০,০০০} = ৮\%$$

অতএব উভয় ক্ষেত্রেই দেখা যাচ্ছে যে, টিউনিং সার্কিট ডিসটারবিং ষ্টেশনকে পৃথক করতে সক্ষম হচ্ছে। কারণ প্রি-সিলেক্টর যে ইমেজ সিগন্যালকে পৃথক করবে তার ব্যবধান ৮% আর ঐ টিউনিং সার্কিটের এরার ৫%। আবার যে ফাইনাল সিলেক্টর এ্যাডজাসেন্ট চ্যানেল ফ্রিকোয়েন্সীকে পৃথক করবে তার ব্যবধান হচ্ছে ২'৫% আর টিউনিং এরার হচ্ছে '৫%। সুতরাং উভয় ক্ষেত্রেই টিউনিং সার্কিটের সিলেকটিভিটি রক্ষা পাচ্ছে।

কিন্তু এইখানেই ইন্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সীর সিলেকশন সমস্যার সমাধান হল না। লক্ষ্য করলে দেখতে পাওয়া যাবে যে, আধুনিক সুপারহেটেরোডাইন রিসিভারে যে আই-এফ ব্যবহার করা হয়, সেই আই-এফ সাধারণতঃ যে ফ্রিকোয়েন্সীতে টিউণ্ড থাকে তা ৪০০, ৫০০, ৬০০ কিঃ সাঃ না হয়ে ৪৫৫, ৫৫৫, ৫৬৫ বা ৬৫৫ কিঃ সাঃ এইরূপ হয়ে থাকে। অর্থাৎ পূর্ণ সংখ্যার

না হয়ে ভগ্ন (odd) সংখ্যা হয়ে থাকে। আমাদের সাধারণ রিসিভারে সাধারণত ঐ ফ্রিকোয়েন্সী ৪৫৫ অথবা ৪৬৫ কিঃ সাঃ হয়ে থাকে।

পূর্ব্বেই বলেছি যে ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশনগুলি যে সকল ফ্রিকোয়েন্সীতে কাজ করে তাদের মধ্যে কমপক্ষে ১০ কিঃ সাঃ-এর পার্থক্য থাকে—ইহাই আন্তর্জাতিক নিয়ম। সুতরাং এ থেকে বুঝা যায় যে ঐ সকল ষ্টেশন এইরূপ ফ্রিকোয়েন্সীতে কাজ করে যা ১০ কিঃ সাঃ দ্বারা বিভাজ্য। সেক্ষেত্রে ইণ্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সী যদি ৪০০, ৫০০ অথবা ঐ জাতীয় কোন পূর্ণ সংখ্যা হয়, যাকে ১০ দ্বারা ভাগ করা যায়, তবে দুটি ষ্টেশন যাদের পার্থক্য $১০ \times \frac{৪০০}{১০}$ তারা উভয়ে ৪০০ কিঃ সাঃ বিট্-এর সৃষ্টি করবে। সুতরাং ঐ মানের আই-এফ টিউনিং সার্কিটের মধ্য দিয়ে ঐ ফ্রিকোয়েন্সীও অনায়াসে প্রবাহের পথ পাবে। ফলে গোলযোগের সৃষ্টি করবে। সেইজন্য এইরূপ এক ফ্রিকোয়েন্সীকে আই এফ হিসাবে ধরা হয়, যা ১০ কিঃ সাঃ দ্বারা বিভাজ্য নয়। অর্থাৎ কোন ভগ্ন সংখ্যা যেমন ৪৫৫, ৪৬৫ কিঃ সাঃ প্রভৃতি।

প্রি-সিলেক্টর ও অসিলেটর গ্যাংগিং (Ganging pre-selector and Oscillator)—একটি সুপারহেটেরোডাইন রিসিভারে সাধারণতঃ তিনটি টিউনিং সার্কিট থাকে ঃ—

১। আর, এফ., টিউনিং

২। অসিলেটর টিউনিং

৩। আই, এফ, টিউনিং

আর, এফ টিউনিং বলা হয় প্রি-সিলেক্টরকে অর্থাৎ সিগন্যাল-কনভার্টার ষ্টেজে পৌঁছাবার পূর্ব্বে যে টিউনিং সার্কিটকে

অতিক্রম করে। সুতরাং এই টিউনিং সার্কিট এইচ, এফ, ফ্রিকোয়েন্সীর উপর কাজ করে। আবার অসিলেটরও এইচ, এফ, ফ্রিকোয়েন্সীর উপর কাজ করে। কিন্তু আই এফ কিছু লো-ফ্রিকোয়েন্সীর উপর কাজ করে। এই ষ্টেজের টিউনিং সার্কিটকে বলা হয় ফাইন্যাল সিলেক্টর।

একটি রিসিভারে এই তিনটি টিউনিং সার্কিটের জন্য পৃথক পৃথক কন্ট্রোল ব্যবস্থা করা সম্ভব নয়। আর তাতে অসুবিধা অনেক। তাই সাধারণভাবে দুটিকে ম্যানুয়ালী কন্ট্রোল করা হয়। আর অপর একটিকে ফিক্সড রাখা হয়। যে দুটিকে ম্যানুয়ালী কন্ট্রোল করা হয়, তাদেরকে এইরূপ ভাবে নির্দ্দিষ্ট করা হয় যে, একটি মাত্র কন্ট্রোল ব্যবস্থা দ্বারা উভয়কেই কন্ট্রোল করা যায়।

পূর্ব্বেই বলেছি যে, আর, এফ্ ও অসিলেটর উভয়েই এইচ-এফ-রেজোনেণ্ট ফ্রিকোয়েন্সীতে কাজ করে। তাই ঐ দুটিকেই একত্রিত ভাবে ম্যানুয়ালী কন্ট্রোল করা হয়। একটি দুই গ্যাং কন্‌ডেন্সার ব্যবহার করে এই কাজ সম্পূর্ণ করা হয়। আর আই-এফ টিউনকে ফিক্সড্ রাখা হয়। অর্থাৎ ঐ সার্কিটে যে আই-এফ ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা হয়. তা বিট্ ফ্রিকোয়েন্সী অর্থাৎ ইণ্টার-মিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সীতে টিউন করা থাকে—যার ফলে একমাত্র ঐ নির্দ্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সীই ঐ ট্রান্সফরমারের মধ্য দিয়ে প্রবাহের পথ পায়।

Test Questions

1. *What are the two main unwanted disturbances to be considerd in designing a radio receiver ?*

2. *What is "Image" ? State your answer mathematically.*

3. *Why in our modern superheterodyne receives the I. F. is selected to be an odd number and between 400 to 600 kc/s ?*

4. *How many tuning circuits are there in a modern superheterodyne ?*

5. *How ganging problem of the tuning circuit is solved ?*

ষোড়শ অধ্যায়

অটোমেটিক ভ্যলুম-কণ্ট্রোল

যে সার্কিট ব্যবস্থার দ্বারা সুপারহেটেরোডান রিসিভারের ভ্যলুমকে নিজে থেকেই কন্ট্রোল করা হয়, তাকেই বলে "অটোমেটিক ভ্যলুম কন্ট্রোল সিস্‌টেম"। রেডিও গ্রাহক-যন্ত্রে দূরবর্ত্তী ষ্টেশন টিউন করার কালে অনেক সময় ফেডিং দেখা যায়—ষ্টেশন একবার খুব জোরে আসে, তার পর-মুহূর্ত্তেই আস্তে হয়ে যায়। ফলে গ্রাহক-যন্ত্রে ঐ ষ্টেশনকে ঠিকমত শোনা সম্ভব হয় না। আবার বাহির থেকেও তাকে মেকানিক্যালী কন্ট্রোল করাও সম্ভব নয়। সেইজন্য একটি স্বয়ংক্রিয় (Automatic) প্রথার ব্যবস্থা করা হয়। এই ভ্যলুম কন্ট্রোল সিসটেম সম্বন্ধে জানতে হলে প্রথমে ফেডিং সম্বন্ধে জানতে হবে। আবার ফেডিং কি—কেনই বা তা দেখা দেয় এ সম্বন্ধে জানতে হলে—পৃথিবীর বায়ুমণ্ডল সম্বন্ধে কিছু জানা প্রয়োজন।

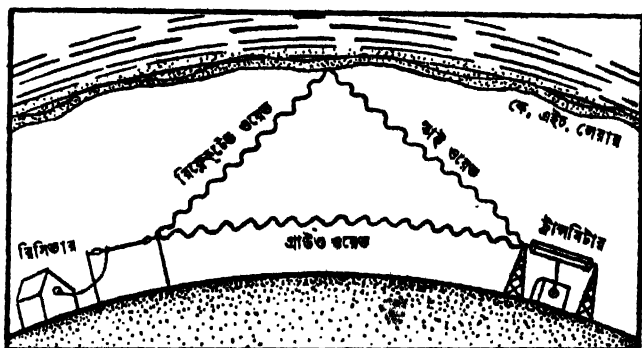
ফেডিং (Fading) রেডিও বিজ্ঞানীদের মতে বলতে গেলে বলতে হয় কনডাকটিভসারফেস অর্থাৎ পৃথিবীর এবং আইয়োনাইজড্ অথবা ইলেকট্রিফায়েড আবহাওয়া এর শোষণ ক্ষমতার জন্য বেতার গ্রাহক-যন্ত্রে শব্দের তারতম্য দেখা দেয়। ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশন থেকে গ্রাহক-যন্ত্র যখন কাছে থাকে তখন তার এরিয়ালে ষ্টেশন ফ্রিকোয়েন্সীর শক্তিশালী এনার্জী ইউডিউসড হয়ে গ্রাহক-যন্ত্রের শব্দকে সমান ভাবে কাজ করতে সাহায্য করে।

কিন্তু ষ্টেশন ও গ্রাহক-যন্ত্রের মধ্যে দূরত্ব যত বৃদ্ধি পেতে থাকে ষ্টেশন ফ্রিকোয়েন্সীর এনার্জি ততই ক্ষীণ হতে থাকে—ফলে যে ভূ-ভাগে অর্থাৎ কনডাক্‌টিভ সারফেসের উপর দিয়ে ঐ ফ্রিকোয়েন্সী প্রবাহিত হয়, তার শোষণ ক্ষমতাকে বাধা দিতে পারে না। সুতরাং শব্দ-তরঙ্গগুলি তীব্রভাবে কম-বেশী হতে থাকে—গ্রাহক-যন্ত্রে তা ধরা পড়ে।

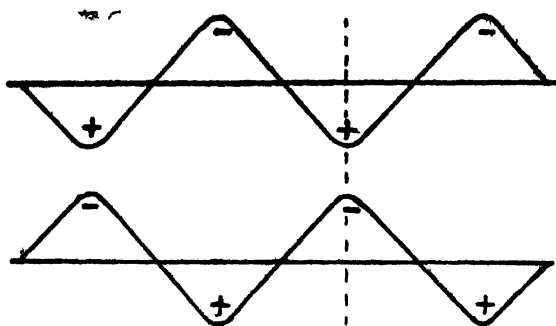
পৃথিবীর উপরিভাগে প্রায় একশো অথবা দু'শো মাইল উপরে আইয়োনাইজড্‌ লেয়ার বলে একটি বায়ুমণ্ডল আছে। এই লেয়ারকে বলা হয় কেনলী-হেভীসাইড-লেয়ার এই লেয়ার হচ্ছে এক প্রকার গ্যাস, সূর্য্যালোকের প্রভাবে ঐ গ্যাস-এটম্‌এর মধ্যস্থ ইলেকট্রনের মধ্যে সংঘর্ষ বাধে, ফলে অপর ইলেকট্রন তাদের এটম্‌ থেকে কক্ষচ্যুত হয়।

"কেনলী-হেভীসাইড-লেয়ার" ইলেক্‌ট্রিসিটির কনডাক্‌টর হিসাবে কাজ করে। কিন্তু পৃথিবীর চারিপার্শ্বে যে বায়ু আছে তা যদি আইয়োনাইজড না হয় তবে খুব ভাল ইনস্যুলেটরের কাজ করে। ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশন থেকে সাধারণত দু প্রকারের ওভেভস্‌ বা শব্দ-তরঙ্গ প্রেরণ করা হয়ে থাকে। একটি **ডাইরেক্ট বা গ্রাউণ্ড ওয়েভস** আর অপরটি **স্কাই ওয়েভস্‌ বা রিফ্লেকটেড ওয়েভস্‌"** ১৬৬ নং চিত্রে তা অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। কেনলী হেভীসাইড লেয়ারের একটি প্রধান গুণ বা ধর্ম্ম হচ্ছে রেডিও ওয়েভস্‌কে আপন লেয়ারের মধ্য দিয়ে ভেদ করে উপরে যেতে পথ দেয় না। ফলে একটি কাচের আয়নার মধ্য দিয়ে আলোক-রশ্মি যেরূপভাবে প্রতিফলিত হয়, শব্দ-তরঙ্গও ঠিক অনুরূপ ভাবে প্রতিফলিত হয়—চিত্রে তাহাও দেখান হয়েছে।

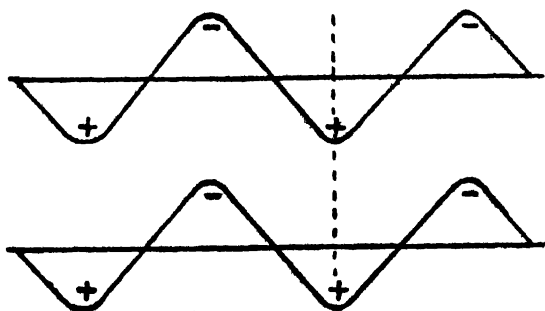
১৬৬ নং চিত্রে ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশন ও রিসিভিং ষ্টেশন অর্থাৎ যেখান থেকে গান বাজনা প্রেরণ করা হয় যথা ট্রান্সমিটার। আর

রিসিভার যথা রেডিও গ্রাহক-যন্ত্রকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। ডাইরেক্ট ওয়েফস্ আর স্কাই ওয়েভস্ এদের মধ্যে পার্থক্য হচ্ছে যে, যেখানে প্রথমোক্ত ওয়েভস্ পৌঁছিতে পারে না সেখানে শেষোক্ত ওয়েভস্‌টি পৌঁছায়। চিত্র লক্ষ্য করে একটু চিন্তা করলেই দেখা যায় যে, একই গ্রাহক-যন্ত্রে প্রথমোক্ত ডাইরেক্ট ওয়েভস্‌কে পৌঁছিতে যে পথ অতিক্রম করতে হয় শেষোক্ত অর্থাৎ স্কাই ওয়েভস্‌কে তথায় পৌঁছিতে তদপেক্ষা অধিক পথ

১৬৬ নং চিত্র

অতিক্রম করতে হয়, সুতরাং সময়ও বেশী লাগে, কারণ স্কাই ওয়েভসকে প্রথম উপরের হেভীসাইড লেয়ারে যেতে হয়। সেখান থেকে প্রতিফলিত হয়ে তবে গ্রাহক-যন্ত্রে পৌঁছিতে পারে। এখন যদি একই সময়ে একটি ট্রান্সমিটার থেকে দুটি ওয়েভস একই সঙ্গে প্রেরণ করা হয়, তবে রেডিও গ্রাহক-যন্ত্রের এরিয়ালে প্রথম ডাইরেক্ট ওয়েভস্ পৌঁছিবে। ধরা যাক ঐ ওয়েভসের পজিটিভ হাফ্ সাইক্লস্ এরিয়ালে সিগন্যাল ভোল্টেজ ইনডিউস্ করবে। এখন যদি ঐ একই সময়ে স্কাই ওয়েভস-এর নেগেটিভ হাফ্ সাইক্লস ঐ

এরিয়ালে এসে পৌঁছায়, তবে ঐ বিপরীতধর্ম্মী সিগন্যাল ভোল্টেজ পূর্ব্বোক্ত পজিটিভ ভোল্টেজকে নষ্ট করে দেবে। ফলে গ্রাহক-যন্ত্রের রিপ্রোডাকশন নষ্ট হয়ে যাবে। আবার যদি এইরূপ হয় যে, ঐ এরিয়ালে ডাইরেক্ট ওয়েভস ও স্কাই ওয়েভস উভয়েরই পজিটিভ হাফ্ সাইক্লস্ উপস্থিত হয়, তবে ইনডিউসড ভোল্টেজের শক্তি বা পজিটিভনেস্ বৃদ্ধি পেয়ে গ্রাহক-যন্ত্রের শব্দের মাত্রাকে শক্তিশালী করে তুলবে।

১৬৭ নং চিত্র

উপরিলিখিত উভয় অবস্থাকে যথাক্রমে ১৬৭ ও ১৬৮ নং চিত্রে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। ১৬৬ নং চিত্রে অঙ্কিত কেনলী-হেভীসাইড লেয়ার চিত্রে যেরূপ স্থির ভাবে রয়েছে—কার্যক্ষেত্রে অর্থাৎ আকাশে তা স্থিরভাবে থাকে না। সমুদ্রের জল যেরূপ অনবরত চঞ্চলভাবে বয়ে চলে এই লেয়ারও সেইরূপ অনবরত বয়ে চলেছে। আবার সমুদ্রের ঢেউয়ের ন্যায় এই লেয়ারের ঢেউও সমান উচ্চতায় থাকতে পারে না। ফলে স্কাই ওয়েভসের ফিল্ডের শক্তিও ভ্যারি করে। ফলে গ্রাহক-যন্ত্রের শব্দও কম বেশী হতে থাকে। সাধারণত রাত্রি-

কালে কেনলী-হেভীসাইড লেয়ারের এই কার্য্যকারিতা ভালরূপে উপলব্ধি করা যায়। দিনের বেলায় সূর্য্যালোকের প্রভাবে স্কাই ওয়েভস কিছুদূর গমন করেই শক্তি হারিয়ে ফেলে। কিন্তু রাত্রিকালে তা বহুদূর গমন করতে পারে। ঠিক এই কারণেই দূরবর্ত্তী ষ্টেশন দিনের বেলায় গ্রাহক-যন্ত্রে ধরা না গেলেও রাত্রি-কালে তা সহজেই ধরা পড়ে। যাহা হউক ফেডিং যে কাকে বলে আশা করি তা মোটামুটি ভাবে বুঝাতে পেরেছি।

১৬৮ নং চিত্র

সুতরাং মোটের উপর দেখা যাচ্ছে যে, রেডিও গ্রাহক-যন্ত্রে যে ফেডিং দেখা দেয় তাকে কন্ট্রোল করার জন্য অটোমেটিক ভ্যলুম কন্ট্রোলের প্রয়োজন হয়। যদিও সুপারহেটেরোডাইন-রিসিভার প্রিন্‌সিপল্-এর মধ্যে অটোমেটিক ভ্যলুম কন্ট্রোলের কোনই স্থান নাই—তথাপি ঐ রিসিভারের উন্নতির সাথে সাথে এই কন্ট্রোল-প্রথা তার একটি প্রয়োজনীয় অংশ হিসাবে পরিগণিত হচ্ছে। অনেকের মতে গ্রাহক-যন্ত্রে যে ফেডিং বা সাউণ্ডের তারতম্য দেখা দেয়—দুটি অথবা বিভিন্ন প্রকার এরিয়াল ব্যবস্থার দ্বারা তা দূর করা যায়। কিন্তু এই প্রথা সম্পূর্ণ

অপ্রাসঙ্গিক। আধুনিক কালে গ্রাহক-যন্ত্রে একটি মাত্র টিউব ব্যবহার করে ফেডিং-এর জটিল সমস্যাকে সমাধান করা হয়।

আমাদের জানা আছে যে, যদি কোন রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে কারেন্ট-প্রবাহের সৃষ্টি করা যায়, তবে তা কিছু ভোল্টেজ-ড্রপ ঘটায়। ভোল্টেজ ড্রপ $= I \times R$। এই প্রথার উপর নির্ভর করেই অটোমেটিক ভ্যলুম কন্ট্রোলকে কাজ করান হয়। একটি ডিটেক্টর ভ্যালভ্ থেকে রেক্টিফায়েড কারেন্টের সৃষ্টি করে তা একটি রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত করান হয়। ফলে যে ভোল্টেজ ড্রপ ঘটে, তাকে হাই-ফ্রিকোয়েন্সী টিউবে গ্রিড-ব্যায়াস হিসাবে ব্যবহার করে তার একেক্টিভ্-এ্যামপ্লিফিকে-শনকে কন্ট্রোল করা হয়। সুতরাং বুঝা যাচ্ছে যে, রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে কারেন্ট-প্রবাহ যত বেশী হবে—এ্যামপ্লিফায়ার টিউবে গ্রিড-ব্যায়াস হিসাবে ব্যবহৃত ভোল্টেজও, তত বৃদ্ধি পাবে, ফলে টিউবের এ্যামপ্লিফিকেশনও কমে যাবে।

এখন অটোমেটিক ভ্যলুম কন্ট্রোল সার্কিটের ডিটেক্টর অংশ থেকে রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে যে কারেন্ট প্রবাহিত হবে তা বিশুদ্ধ ডি-সি কারেন্ট নয়। কিছু অসমতা (pulsation) তার মধ্যে রয়ে যায়—ফলে ফিল্টারিং সার্কিটের প্রয়োজন হয়। সুতরাং ফিল্টারিং সার্কিট অটোমেটিক ভ্যলুম কন্ট্রোল সার্কিটের একটি অঙ্গ বিশেষ।

অটোমেটিক ভ্যলুম কন্ট্রোল সার্কিট সাধারণত চার প্রকারের হয়ে থাকে।

১। সাধারণ (Simple) এ, ভি, সি সার্কিট

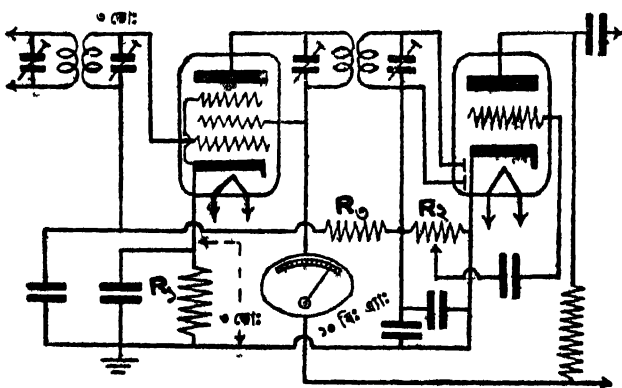
২। জটিল (Delayed) এ, ভি, সি সার্কিট

৩। এ্যামপ্লিফায়েড এ, ভি, সি সার্কিট

৪। শান্ত (Quiet) এ, ভি, সি অথবা ইণ্টার-ষ্টেশন নয়েজ সাপ্রেসার সার্কিট।

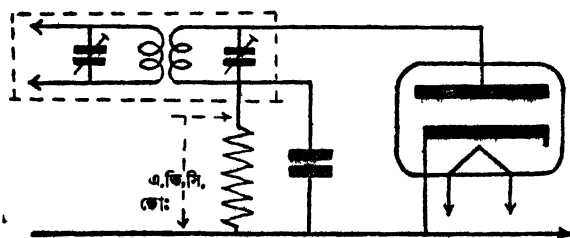
একটিমাত্র অটোমেটিক ভ্যলুম কন্ট্রোল প্রথাকে চারটি শ্রেণীতে বিভক্ত করার উদ্দেশ্য হচ্ছে যে, গ্রাহক-যন্ত্রের উন্নতির সঙ্গে সঙ্গে সার্কিটেরও যে ক্রমোন্নতি ঘটেছে তা বুঝান। পূর্ব্বেই বলেছি যে সুপারহেটেরোডাইন রিসিভারে দূরবর্ত্তী ষ্টেশন টিউন করতে গেলে অনেক সময় শব্দের তারতম্য দেখা দেয়। অর্থাৎ শব্দ একবার উচ্চ মাত্রায় দেখা দেয়, আবার পর মুহূর্ত্তে তার শক্তি কমে গিয়ে শব্দও কমে যায়। **সাধারণ এ-ভি-সার্কিট ঐ উভয় শক্তির শব্দকেই কন্ট্রোল করে।** অর্থাৎ শব্দ যখন উচ্চ মাত্রায় দেখা দেয়, তখন তার উচ্চতাকে হ্রাস করে দেয়—আবার পর মুহূর্ত্তে যখন কম শক্তির শব্দ দেখা দেয়, তখন তার শক্তিকেও হ্রাস করে দেয়। ফলে কম শক্তির শব্দের বেলায় গ্রাহক-যন্ত্রে কোন শব্দই শোনা যায় না। অর্থাৎ ষ্টেশন একবার উচ্চমাত্রায় এসে একেবারে কমে যায়। কিন্তু কন্ট্রোল সার্কিট-তো এজন্য প্রয়োজন নয়। কন্ট্রোল সার্কিটের প্রয়োজন দুই শক্তি বিশিষ্ট শব্দের মধ্যে সামঞ্জস্য রাখা—অর্থাৎ শব্দের উচ্চতা কমও হবে না আবার বেশীও হবে না। জটিল এ-ভি-সি ঠিক এই প্রকার কাজ করে থাকে। ফলে এই সার্কিটের বেলায় উচ্চ শক্তি বিশিষ্ট শব্দের মাত্রা কমে যায়। কিন্তু কম শক্তির শব্দ ঠিকই থাকে। এই ডিলেড এ-ভি-সি ও এ্যামপ্লিফায়েড এ-ভি-সি উভয়ের কাজ প্রায় একই রকম। তবে যেখানে শক্তিশালী এ-ভি-সি ব্যায়াস ভোল্টেজের প্রয়োজন হয় সেখানে শেষোক্ত সার্কিট ব্যবহার করা হয়।

অনেক সময় সুপারহেটেরোডাইন অথবা ব্যাণ্ড-স্প্রেড রিসিভারে সর্ট ওয়েভসএ ষ্টেশন টিউন করার সময় দেখা যায় যে, রিসিভারের টিউনিং না ঘুরিয়ে কাঁটাকে যখন এক ষ্টেশন থেকে অপর ষ্টেশনে নিয়ে যাওয়া হয়, তখন ঐ দুটি ষ্টেশনের

মধ্যবর্ত্তী স্থানে অনেক ডিস্‌ট্টারবেন্স বা নয়েজ দেখা দেয়। কিন্তু অনেকে এই গোলযোগ পছন্দ করেন না। এই সমস্যার সমাধান করতে গিয়ে বৈজ্ঞানিকগণ যে সার্কিটের সৃষ্টি করলেন তারই নাম শান্ত এ-ভি-সি বা ইন্টার-ষ্টেশন নয়েজ সাপ্রেসার সার্কিট। এই সার্কিটে সাধারণত দুটি টিউব থাকে। একটি এ-ভি-সি-এর কাজ করে ও অপরটি একটি এ্যামপ্লিফায়ারের কাজ করে।

১৬৯ নং চিত্র

মোটামুটি বিবরণঃ—প্রথম থেকে বিভিন্ন সার্কিট সম্বন্ধে আলোচনা করার পূর্ব্বে এ-ভি-সি কি প্রকারে কাজ করে, তার একটি মোটামুটি বিবরণ প্রস্তুত করছি। প্রথম খণ্ডে আলোচিত ডায়োড-ডিটেক্টর পদ্ধতির উপর ভিত্তি করেই ১৬৯ নং চিত্রে একটি সার্কিট অঙ্কন করা হয়েছে। এক কথায় বলতে গেলে এ-ভি-সি সার্কিট প্রায় ডিটেক্টরের ন্যায়ই কাজ করে। ১৬৯ নং চিত্রে যে টিউবকে এ-ভি-সি হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে

তাকে বলা হয় "ডবল-ডায়োড-ট্রায়োড" এখানে ট্রায়োড অংশ একটি এ. এফ এ্যামপ্লিফায়ারের কাজ করে। অবশ্য রেক্টি-ফায়ারের ন্যায় কেবলমাত্র ডায়োড টিউব ব্যবহার করেও এ-ভি-সি-র কাজ করান যায়। ১৭০ নং চিত্রে একটি ডায়োড টিউবকে খুব সহজ করে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

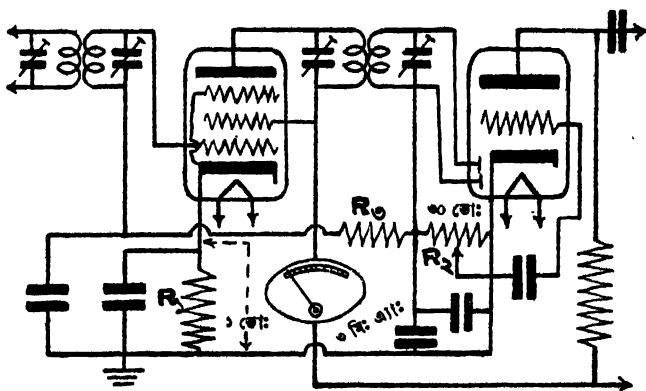
১৬৯ নং চিত্রে এ-ভি-সি-র সঙ্গে আরও বিভিন্ন অংশ অঙ্কন করার উদ্দেশ্য হচ্ছে যে, একটি সাধারণ সার্কিটে এ-ভি-সি ভোল্টেজ যেখানে যেখানে সরবরাহ করা হয়, সেই সকল

১৭০ নং চিত্র

অংশকে দেখান। কাজের সুবিধার জন্য ধরে নেওয়া যাক্ যে এই সার্কিটে কোন ষ্টেশন টিউন করা হয় নি। সুতরাং এখানে কোন সিগন্যাল ভোল্টেজও ইনডিউসড্ হবে না। ফলে লোড রেজিষ্ট্যান্স R_2 এর মধ্য দিয়ে কোন কারেণ্টও প্রবাহিত হবে ন। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, একটি রেজিষ্ট্যান্স R_1 ক্যাথোড ও গ্রাউণ্ড এবং একটি মিলি এ্যাম্মিটার লোড-এর অ্যাক্রশে সিরিজে যুক্ত আছে।

ধরা যাক টিউবের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত প্লেট কারেণ্ট ১০ মিলি এ্যাম্পিয়ার ও R_1 এর অ্যাক্রশের ভোল্টেজ হচ্ছে ৩ ভোল্ট। সুতরাং আই, এফ টিউবের কন্ট্রোল গ্রিডে ব্যায়াস

হিসাবে ব্যবহৃত ভোল্টেজও হবে—৩ ভোল্ট বা ৩ ভোল্ট নেগেটিভ। এখন একটি ষ্টেশন টিউন করা হল। ঐ সিগন্যাল ভোল্টেজ ডিটেক্টরে পৌঁছিবার পথে R_2 রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে পালসেটিং কারেন্টে পরিণত হবে। সেই কারেন্ট ট্রায়োড অংশে উপস্থিত হয়ে এ্যামপ্লিফায়েড হবে। এদিকে ডিরেক্ট কারেন্ট R_2 রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হওয়ায়, তার অ্যাক্রশে কিছু ভোল্টেজ ড্রপ ঘটবে। ওম্ সূত্র অনুসারে এই ভোল্টেজের মান হবে R_2 রেজিষ্ট্যান্সের রোধ ও কারেন্টের গুণফলের সমান। এখানে রেজিষ্ট্যান্স নির্দিষ্ট থাকায় যে, সিগন্যালকে টিউন করা হয়েছে তার ইনটেনসিটি অনুসারে ভোল্টেজের তারতম্য ঘটবে। এক কথায় বলতে গেলে **সিগন্যাল যত শক্তিশালী হবে ভোল্টেজও তত বেশী হবে।**

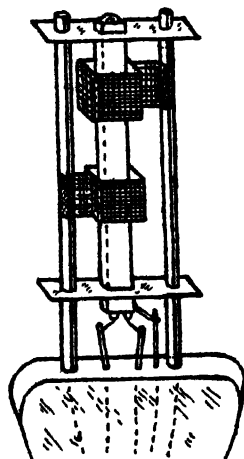
এবার ভালরূপে চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে আই. এফ এ্যামপ্লিফায়ার টিউবের কন্ট্রোল গ্রিডে যে ভোল্টেজ R_1 রেজিষ্ট্যান্স সরবরাহ করেছিল—উপরিলিখিত ভোল্টেজ তার সঙ্গে যুক্ত আছে। সুতরাং উভয় ভোল্টেজ সিরিজে কাজ করায় টিউবের গ্রিড শক্তিশালী নেগেটিভ পোটেনশিয়াল পাবে—ফলে তার এ্যামপ্লিফিকেশনও কমে যাবে। এখন ১৭১ নং চিত্র আলোচনা করে দেখা যাক। এই চিত্রটি ১৬৯ নং চিত্রেরই সমান। তবে এখানে কারেন্ট ও ভোল্টেজের কিছু তারতম্য আছে। যে সিগন্যাল এখানে উপস্থিত হয়েছে—ধরা যাক, তা ডিটেক্টর টিউবে যাওয়ার কালে R_2 রেজিষ্ট্যান্সের অ্যাক্রশে ৩০ ভোল্টের সৃষ্টি করেছে। এই ভোল্টেজ আই, এফ টিউবের গ্রিডে যুক্ত থাকায় প্লেট কারেন্ট ১০ মিলি-এ্যাম্পিয়ার থেকে কমে ৩ মিলি-এ্যাম্পিয়ারে এসে দাঁড়িয়েছে। আর R_1 রেজিষ্ট্যান্সের আক্রশের ভোল্টেজও ১ ভোল্টের মত হয়েছে। সুতরাং কন্ট্রোল গ্রিডে মোট নেগেটিভ ভোল্টেজ হবে—৩১ ভোল্ট। বলতে

গেলে ঐ টিউবের এ্যামপ্লিফিকেশন একেবারে কমে যাবে। সুতরাং এবার ডিটেক্‌টরে উপস্থিত ভোল্টেজও বেশ কমে যাবে। যার ফলে রেজিষ্ট্যান্স R_2 এর অ্যাক্রশের ভোল্টেজও কমে যাবে। আর ঐ ভোল্টেজ আই, এফ টিউবের গ্রিডে নেগেটিভ ব্যায়াস হিসাবে ব্যবহার করায় তথাকার ভোল্টেজও কমে যাবে ফলে টিউবটি তার স্বাভাবিক এ্যামপ্লিফিকেশন ক্ষমতা ফিরে পাবে আর প্লেট কারেণ্টও বৃদ্ধি পাবে। এইভাবে সমগ্র অবস্থার

১৭১ নং চিত্র

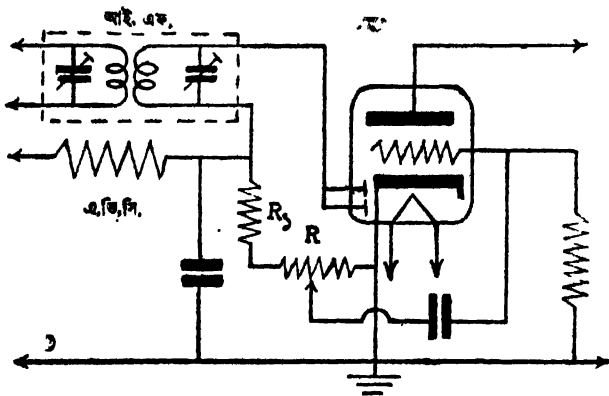
ভারসাম্যকে এইরূপ প্রকৃতিতে নির্দ্দিষ্ট করা হয়েছে যে—সিগন্যালের ইনটেনসিটি যখনই বৃদ্ধি পাবে টিউবের এ্যামপ্লি-ফিকেশন ক্ষমতাও তখনই হ্রাস পাবে অর্থাৎ কমে যাবে। আবার সিগন্যালের ইনটেনসিটি যখনই কমে যাবে, টিউবের এ্যামপ্লিফিকেশন ক্ষমতাও বৃদ্ধি পাবে। সুতরাং সমগ্রভাবে এ, এফ, ট্রায়োডের কন্ট্রোল গ্রিডে যে ভোল্টেজ সরবরাহ করা হবে প্রায় সকল সময়েই তা নির্দ্দিষ্ট পরিমাণের থাকবে।

এখন ১৭০ নং চিত্র সম্বন্ধে কিছু আলোচনা করা যাক। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এখানে আই, এফ ষ্টেজে ব্যবহৃত আউট্-পুট আই, এফ ট্রান্সফরমার ও একটি ডায়োড ভ্যালভকে নিয়েই একটি সার্কিট অঙ্কন করা হয়েছে। যখন কোন একটি ষ্টেশন টিউন করা হবে, তখন সিগন্যাল ভোল্টেজ আই, এফ ট্রান্সফরমারের প্রাইমারী থেকে সেকেণ্ডারীর মধ্য দিয়ে ডায়োড প্লেটে উপস্থিত হবে। ফলে সিগন্যাল ফ্রিকোয়েন্সীর পজিটিভ হাফ্-সাইক্লস্-এ কারেণ্ট প্রবাহিত হবে। এখন ঐ প্লেট কারেণ্ট রেজিষ্ট্যান্স-এর মধ্যদিয়ে প্রবাহিত হওয়ায় তার অ্যাক্রশে কিছু ভোল্টেজ ড্রপ ঘটবে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, বুঝবার স্থবিধার জন্য R-এর উপরে 'ক' সংখ্যার উল্লেখ করা হয়েছে। প্লেট কারেণ্ট যখন প্রবাহিত হবে তখন ক্যাথোডের তুলনায় 'ক' অংশ নেগেটিভধর্ম্মী হয়ে উঠবে। এখানে যে ভোল্টেজ পাওয়া যাবে তা হবে নেগেটিভ। স্থতরাং এখান থেকে এ, ভি, সি ভোল্টেজ যদি অন্যত্র সরবরাহ করা হয়, তবে তা নিশ্চয়ই ব্যায়াস ভোল্টেজের কাজ করবে। এখন ঐ ভোল্টেজ কি প্রকারে এ-ভি-সি-র কাজ করবে তা বুঝতে কিছু অস্থবিধা হবে না, যদি পূর্ব্বের আলোচিত বিষয়বস্তু বুঝা যায়। সিগন্যাল ভোল্টেজ বৃদ্ধির ফলে প্লেট কারেণ্ট যখন বৃদ্ধি পাবে 'ক' স্থানের নেগেটিভ ভোল্টেজও তখন বৃদ্ধি পাবে। আবার প্লেট কারেণ্ট যখন কমে যাবে, 'ক' স্থানের নেগেটিভ ভোল্টেজও তখন হ্রাস পাবে। এইরূপে অন্যান্য টিউবের ব্যবহৃত এই ব্যায়াস ভোল্টেজের তারতম্যের ফলে তার এ্যামপ্লিফিকেশনও উঠানামা করবে। ফলে আউট-পুটে ভ্যলুম সকল সময়েই প্রায় এক রকমই থাকবে। আধুনিক রেডিও ব্যবস্থায় এইরূপ কেবলমাত্র ডায়োড ভ্যালভ ব্যবহার করার প্রথা আর নাই বললেই হয়।

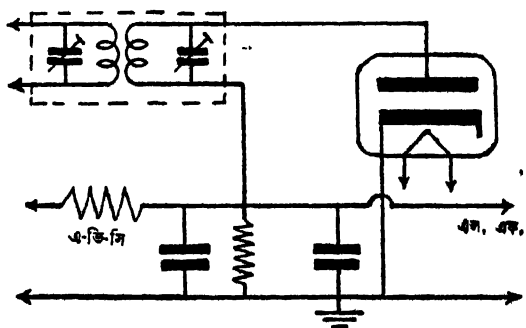
এখন প্রায় সকল ক্ষেত্রেই "ডবল-ডায়োড" টিউব ব্যবহার করা হয়। ১৭২ নং চিত্রে একটি ডবল-ডায়োড ভ্যালভের অভ্যন্তরের ইলেকট্রোডগুলিকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

আর একটি বিষয় সম্বন্ধে আলোচনা করে মোটামুটি বিবরণ শেষ করব ও পরে বিভিন্ন সার্কিট নিয়ে আলোচনা করব। ১৬৯ নং ও ১৭১ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, ঐ দুটি সার্কিটেই প্লেট কারেণ্টকে দেখার জন্য একটি মিলি-এ্যাম-

১৭২ নং চিত্র

মিটারকে ব্যবহার করা হয়েছে। এখানে ঐ মিটারটি যেরূপ কাজ করেছে সেই তথ্যের উপর নির্ভর করেই আধুনিক গ্রাহক-যন্ত্রে এ, ভি, সির কাজ দেখার জন্য বা ঠিকমত ষ্টেশন টিউন হল কি না তা দেখার জন্য ম্যাজিক আই টিউব ব্যবহার করা হয়। যদিও তার সংযোগ ব্যবস্থা অন্য প্রকারের হয়ে থাকে—তথাপি উভয়ের কার্য্য প্রায় এক। পূর্ব্বে অনেক

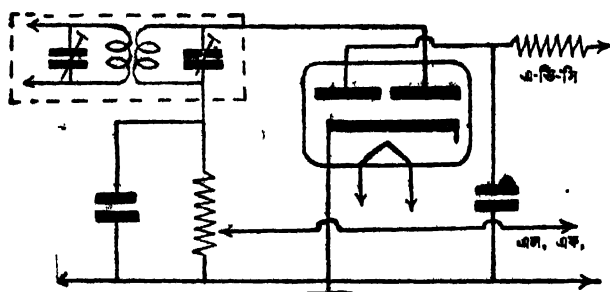
গ্রাহক-যন্ত্রে ১৭১ নং চিত্রে উল্লিখিত মিটারের ন্যায়ই মিটার ব্যবহার করা হত। ফলে সিগন্যাল যখন শক্তিশালী হত মিটারের কাঁটা তখন সর্ব্বোচ্চ মাত্রায় গিয়ে পৌঁছিত। আবার সিগন্যাল যখন কম শক্তির হত মিটারের কাঁটাও তখন কম দেখাত। আজ-কালকার গ্রাহক-যন্ত্রে যে টিউব ব্যবহার করা হয় তাকে বলা হয় **ক্যাথোড-রে ইণ্ডিকেটর**। এ সম্বন্ধে পরে আলোচনা করা হবে।

১৭৩ নং চিত্র

সহজ এ-ভি-সি সার্কিট (Simple A.V.C. :— ১৭৩, ১৭৪ ও ১৭৫ নং চিত্রে সহজে এ, ভি, সি-র তিনটি সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। সার্কিট তিনটির কাজ একই রকম—কেবল পার্থক্য তাদের চেহারাতে। প্রথম সার্কিট অর্থাৎ ১৭৩ নং সার্কিট একটি ডবল-ডায়োড-ট্রায়োড ভ্যালভ-যুক্ত। এইরূপ ভ্যালভ ব্যবহার করার সুবিধা হচ্ছে এই যে একটি মাত্র টিউব দ্বারা এ, ভি, সি, ও এল, এফ, এ্যামপ্লি-

ফায়ারের কাজ করান যায়। সার্কিট লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এই টিউবের দুটি ডায়োড প্লেটকে যুক্ত করে একটির ন্যায় কাজ করান হয়েছে। অবশ্য এই কাজের জন্য কেবল মাত্র "ডায়োড-ট্রায়োড" টিউব ব্যবহার করলেও চলে। ১৭৪ ও ১৭৫ নং চিত্রের সঙ্গে এর পার্থক্য হচ্ছে যে, ১৭৪ নং চিত্রে কেবলমাত্র ডায়োড টিউব ব্যবহার করা হয়েছে বলে এল, এফ, এ্যামপ্লিফায়ারের জন্য আলাদা টিউব ব্যবহার করতে হবে। আর ১৭৫ নং চিত্রে যদিও ডবল-ডায়োড টিউব ব্যবহার

১৭৪ নং চিত্র

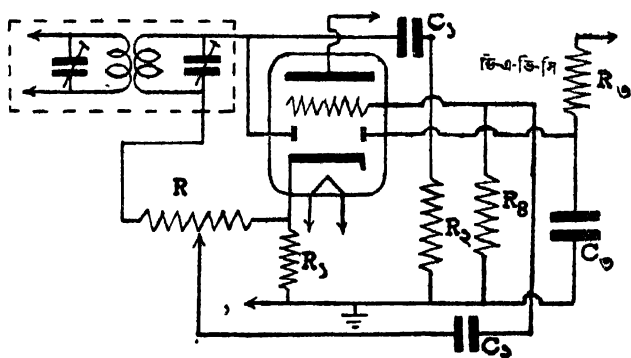
করা হয়েছে তথাপি এল, এফ, এ্যামপ্লিফিকেশনের জন্য অপর একটি টিউব ব্যবহার করতে হবে। আধুনিক গ্রাহক-যন্ত্রে এই ১৭৪ নং বা ১৭৫ নং সার্কিট ব্যবহার করা হয় না। কেবল মাত্র বিভিন্ন সার্কিট ব্যবস্থা বুঝাবার জন্য এই সার্কিট-গুলিকে অঙ্কন করা হয়েছে।

পূর্ব্বে আলোচনা প্রসঙ্গে বলেছি যে, সহজ এ, ভি, সির প্রধান অসুবিধা হচ্ছে যে, এই সার্কিট সিগন্যালের সর্ব্বোচ্চ

মাত্রাকে যেমন কমিয়ে দেয়, সেইরূপ আবার সর্ব্ব নিম্ন মাত্রাকেও কমিয়ে দেয়, অর্থাৎ সিগন্যাল ফ্রিকোয়েন্সীর ম্যাকসিমাম ও মিনিমাম উভয় ভ্যালুমকেই কমিয়ে দেয়। এখন দেখা যাক কি প্রকারে এই সার্কিট কাজ করে। ১৭৩ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এখানে ডায়োড লোড হিসাবে দুটি রেজিষ্ট্যান্স R ও R_1 ব্যবহার করা হয়েছে। যখন কোন ষ্টেশন টিউন করা হবে, তখন প্লেট কারেন্ট ঐ দুটি রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হবে। পূর্ব্বে আলোচনা প্রসঙ্গে বলেছি যে, রেজিষ্ট্যান্সের মধ্যদিয়ে কারেন্ট প্রবাহের

১৭৫ নং চিত্র

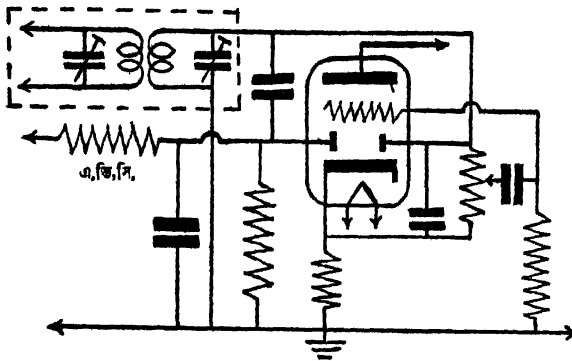
ফলে কিছু ভোল্টেজ ড্রপ হবে। আরও বলেছি যে সিগন্যাল যত শক্তিশালী হবে ভোল্টেজ ড্রপও তত বেশী হবে। আবার সিগন্যালের শক্তি যখন কমে যাবে ভোল্টেজ ড্রপও সেই অনুপাতে কমে যাবে। সহজ এ, ভি, সির এই ধর্ম্মের জন্য এখন অনেকে জটিল এ, ভি, সি সার্কিট ব্যবহার করে থাকেন।

জটিল এ-ভি-সি সার্কিট (Delayed A.V.C. Circuit):— পূর্ব্বেই বলেছি যে ডিলেড এ, ভি, সি সার্কিট উচ্চ শক্তি-সম্পন্ন সিগন্যালকে কমিয়ে দেয়। কিন্তু কম শক্তির সিগন্যাল

ঠিকই থাকে ১৭৬ ও ১৭৭ নং চিত্রে দুটি সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হল। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, উভয় ক্ষেত্রেই ডবল-ডায়োড-ট্রায়োড টিউব ব্যবহার করা হয়েছে। অবশ্য এই সার্কিট ব্যবস্থায় ডবল ডায়োড টিউবই ব্যবহার করতে হবে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, পূর্ব্বের ১৭৩, ১৭৪ ও ১৭৫ নং চিত্রের সঙ্গে এর পার্থক্য হচ্ছে যে পূর্ব্বের সার্কিটে যেরূপ দুটি ডায়োড প্লেটকে একত্রে

১৭৬ নং চিত্র

যুক্ত করে সিঙ্গল ডায়োড হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে, কিন্তু ১৭৬ ও ১৭৭ নং চিত্রে ঐ দুটি প্লেটকে একটি কনডেন্সার দ্বারা পৃথক করে দেওয়া হয়েছে। ফলে কেবলমাত্র সিগ-ন্যালই ২ নং প্লেট থেকে ৩ নং প্লেটে যেতে পথ পাবে। ১৭৬ নং চিত্রে তিনটি প্লেটকে যথাক্রমে ১, ২ ও ৩ সংখ্যার দ্বারা দেখান হয়েছে। কনডেন্সার $C_১$, ২ নং ও ৩ নং প্লেটকে পৃথক করে রেখেছে।

চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, প্লেট কারেন্ট যখন

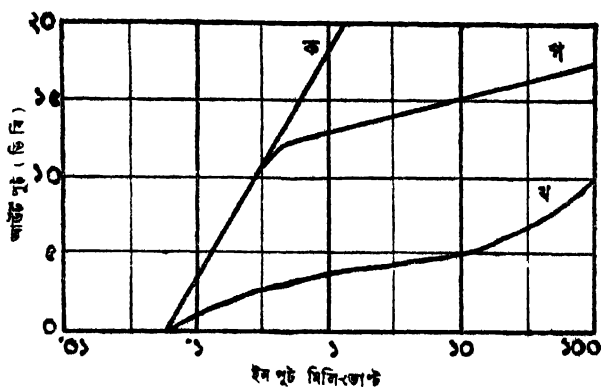
প্রবাহিত হয়, তখন ঐ টিউবের ক্যাথোড-ব্যায়াস হিসাবে ব্যবহৃত রেজিষ্ট্যান্স R_1 এর অ্যাক্রশে কিছু ভোল্টেজ ড্রপ ঘটবে। ঐ ভোল্টেজকে ব্যায়াস হিসাবে রেজিষ্ট্যান্স R_2 এর মধ্যদিয়ে ডায়োড প্লেট নং ৩-এ সরবরাহ করা হয়েছে। সুতরাং ৩ নং প্লেট ক্যাথোডের তুলনায় নেগেটিভ ধর্ম্মী হবে। যখন কোন ষ্টেশন টিউন করা হবে, তখন ঐ সিগন্যাল ৩ নং প্লেটে উপস্থিত হবে। যদি ঐ সিগন্যালের শক্তি উচ্চ মাত্রা বিশিষ্ট হয়, তবে সেই পজিটিভ সিগন্যাল ভোল্টেজ নেগেটিভ

১৭৭ নং চিত্র

ভোল্টেজকে নষ্ট করে দিয়ে প্লেটকে পজিটিভ ধর্ম্মী করে তুলবে। তখন ঐ প্লেটের মধ্য দিয়ে কারেণ্ট প্রবাহিত হবে, কিন্তু যদি সিগন্যালের শক্তি কম হয় অর্থাৎ সিগন্যাল যদি কম পজিটিভ ধর্ম্মী হয়, আর তা যদি ঐ প্লেটে ব্যায়াস হিসাবে ব্যবহৃত নেগেটিভ ভোল্টেজের কম হয়, তবে প্লেটটি নেগেটিভই রয়ে যাবে, ফলে প্লেট কারেণ্টও প্রবাহিত হবে না। এই অবস্থাটিকে উদাহরণ দিয়ে বুঝালে বিষয়টি আরও পরিষ্কার হবে।

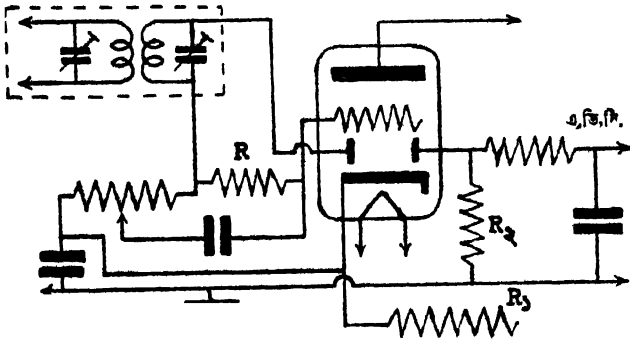
ধরা যাক ক্যাথোড ব্যায়াস রেজিষ্ট্যান্স R_1 এর অ্যাক্রশে ২ ভোল্ট ড্রপ হয়, সুতরাং ৩ নং প্লেটে যে ভোল্টেজ সরবরাহ করা হবে তা হবে—২ ভোল্ট অর্থাৎ ২ ভোল্ট নেগেটিভ। এখন সিগন্যাল ফ্রিকোয়েন্সীর ভোল্টেজ যদি হয় +১ ভোল্ট অর্থাৎ ১ ভোল্ট পজিটিভ তবে তা ঐ প্লেটের নেগেটিভ-নেসকে নষ্ট করতে পারবে না, কারণ ২ ভোল্ট থেকে +১ ভোল্ট কম। কিন্তু যদি ঐ সিগন্যাল ভোল্টেজ হয় +৩ ভোল্ট অর্থাৎ ৩ ভোল্ট পজিটিভ তবে ঐ ভোল্টেজ ডায়োড প্লেটের নেগেটিভ ভোল্টেজকে নষ্ট করে দিয়ে প্লেটকে ১ ভোল্ট পজিটিভ চার্জ যুক্ত করে তুলবে। ফলে প্লেট কারেন্ট প্রবাহিত হবে। ঐ কারেন্ট বা ভোল্টেজকে রেজিষ্ট্যান্স ও কনডেন্সার দ্বারা ফিল্টার করে এ, ভি, সি ব্যায়াস হিসাবে অপর সকল টিউবে ব্যবহার করা হয়। ১৭৬ নং চিত্রে ব্যবহৃত রেজিষ্ট্যান্স R_3 ও কনডেন্সার C_3 এ, ভি, সি ফিল্টরের কাজে ব্যবহার করা হয়েছে।

পূর্ব্বে আলোচনা প্রসঙ্গে বলেছি যে এ, ভি, সি সার্কিটের মধ্যে ডিলেড এ, ভি, সি সার্কিটই সাধারণতঃ অধিক ব্যবহৃত হয়ে থাকে। অবশ্য সহজ এ, ভি, সি-ও যে ব্যবহৃত হয় না এ কথা বলি না। তবে ডিলেড-এ, ভি, সি সার্কিট ব্যবহার করার উদ্দেশ্য হচ্ছে যে, সহজ এ, ভি, সি যেমন কম ও বেশী শক্তিশালী উভয় সিগন্যালকে কমিয়ে দেয়, এই সার্কিট তা করে না কেবল বেশী শক্তির সিগন্যালকেই কন্ট্রোল করে। কিন্তু প্রাকটিক্যাল কাজের দিক দিয়ে সিম্পিল এ, ভি, সি অপেক্ষা এই সার্কিট বেশী জটিল। আবার এ্যামপ্লিফায়েড এ, ভি, সি অথবা ইন্টার-ষ্টেশন-নয়েজ সাপ্রেসার সার্কিটের ন্যায় এই ডিলেড এ, ভি, সি সার্কিট অত উচ্চ স্তরের কাজ দিতে পারে না। এখানে অনেকে

হয়তো বলতে পারেন যে, তবে ঐ সার্কিটগুলিই সকল স্থানে ব্যবহার করা হয় না কেন? তার একমাত্র কারণ প্রাকটিক্যাল কাজের দিক দিয়ে ঐ সার্কিটগুলি অত্যন্ত জটিল। তাই সাধারণতঃ দামী গ্রাহক-যন্ত্র ব্যতীত ঐ সার্কিটগুলি ব্যবহার করা হয় না।

ডিলেড-এ, ভি, সি সার্কিট অধিক প্রচলন লাভ করা সত্ত্বেও তাকে সর্ব্বাঙ্গ সুন্দর বলা যায় না। যদিও সাধারণ কণ্ট্রোল অথবা কণ্ট্রোল বিহীন গ্রাহক-যন্ত্র অপেক্ষা এই ডিলেড এ ভি, সি কণ্ট্রোল ব্যবহৃত গ্রাহক-যন্ত্র বহুগুণে

১৭৮ নং চিত্র

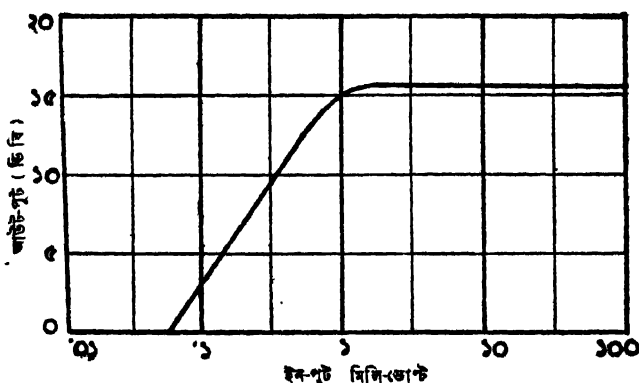
ভাল কাজ দেয় তথাপি অনেক ক্ষেত্রে দেখা গেছে যে, এই সার্কিট দ্বারা সেটের "ওভার-লোডি" সম্পূর্ণ রূপে বন্ধ করা যায় না। ১৭৮ নং চিত্রে একটি ক্যার‍্যাক্টারিষ্টিকস্ কার্ভের সাহায্যে গ্রাহক-যন্ত্রের বিভিন্ন অবস্থাকে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, তিনটি গ্রাহক-যন্ত্রের অবস্থাকে এখানে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এ

প্রথম বা "ক" কার্ভ দ্বারা দেখান হয়েছে, সে যদি কোন গ্রাহকযন্ত্রে এ, ভি, সি না থাকে, তবে তার পারফরমেন্স কার্ভ কিরূপ হয়। আবার "খ"-কার্ভ দ্বারা দেখান হয়েছে, যে যদি ঐ গ্রাহকযন্ত্রে সিম্পিল এ, ভি, সি সার্কিট ব্যবহার করা হয়, তবে পারফরমেন্স কার্ভ কিরূপ হয়। আবার তৃতীয় বা "গ"-কার্ভ দ্বারা দেখান হয়েছে যে যদি ঐ গ্রাহকযন্ত্রে ডিলেড-এ-ভি সি সার্কিট ব্যবহার করা হয়, তবে তার কার্ভ-ই-বা কিরূপ আকার ধারণ করে।

১৭৯ নং চিত্র

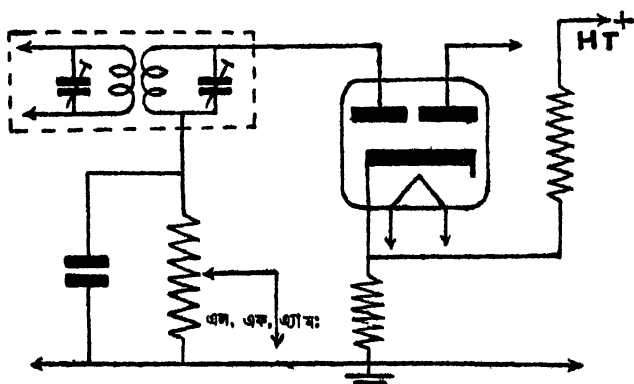
এ্যামপ্লিফায়েড এ, ভি, সি সার্কিট (Amplified A. V. C. Circuit) :—ডিলেড এ, ভি, সি ও এ্যামপ্লিফায়েড এ, ভি, সির মধ্যে বিশেষ কোন পার্থক্য নাই। প্রকৃত পক্ষে এই সার্কিটের আসল নাম হওয়া উচিত ডিলেড-এ্যামপ্লি-ফায়েড এ, ভি, সি। সাধারণভাবে যে সকল রিসিভারে কন্ট্রোল করার মত মাত্র একটি অথবা দুটি ষ্টেজ থাকে, সেই সকল রিসিভারে উপরিলিখিত এ, ভি, সি সার্কিট ব্যবহার করে যন্ত্রের আউট-পুট ভ্যলুমকে সকল সময় কনষ্ট্যাণ্ট রাখা

যায় না—সেই সকল রিসিভারে এ্যামপ্লিফায়েড এ, ভি, সি সার্কিট ব্যবহার করার প্রয়োজন হয়। ১৭৯ নং চিত্রে একটি সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, অঙ্কিত সার্কিটের সিগন্যাল ডিটেক্টর অংশের সঙ্গে এই সার্কিটের সিগন্যাল ডিটেক্টর অংশ প্রায় একই আছে। চিত্র লক্ষ্য করলে আরও দেখা যাবে যে, ট্রায়োড অংশের গ্রিড ক্যাথোডের সঙ্গে যুক্ত। যখন কোন সিগন্যাল টিউন করা হবে না, তখন রেজিষ্ট্যান্স R ও ডায়োড লোডের মধ্যদিয়ে গ্রিড কারেন্ট প্রবাহিত হবে। আবার R_1 ও R_2 এর এইরূপ একটি মান ঠিক করতে হবে যে, যার ফলে ঐ টিউবের ক্যাথোড আর্থের তুলনায় অন্তত ২৫ ভোল্ট উর্দ্ধে থাকে। এখন ঐ টিউবের প্লেটে সামান্য মাত্র সিগন্যাল ভোল্টেজ পৌঁছিলেই গ্রিড নেগেটিভধর্ম্মী হয়ে উঠবে, আর রেজিষ্ট্যান্স R_2 এর মধ্যদিয়ে প্রবাহিত প্লেট কারেন্টকে কমিয়ে দেবে, ফলে ক্যাথোডও নেগেটিভধর্ম্মী হয়ে উঠবে।

৩ নং ডায়োড প্লেট রেজিষ্ট্যান্স R_2এর মধ্যদিয়ে চেসিসের সহিত যুক্ত আছে। ঐ প্লেটটি এইরূপ এক অবস্থায় আছে যে, ক্যাথোড পোটেনশিয়াল যখন আর্থ পোটেনশিয়ালের কম হবে, তখনই মাত্র তার মধ্যদিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হবে। অবশ্য সিগন্যাল প্লেটে মাত্র এক অথবা বেশী ভোল্টেজ যুক্ত সিগন্যাল উপস্থিত হলেই উপরিলিখিত অবস্থার উদ্ভব হয়। যখন অধিক শক্তিশালী সিগন্যাল ভোল্টেজ ৩ নং প্লেটে উপস্থিত হয়ে তার নেগেটিভ ভোল্টেজকে নষ্ট করে, প্লেটকে পজিটিভধর্ম্মী করে তুলবে তখন রেজিষ্ট্যান্স R_1 এর মধ্যদিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হবে, ফলে সেখানে কিছু ভোল্টেজ ড্রপ ঘটবে। ঐ রেজিষ্ট্যান্সের ভ্যালু যদি এইরূপ নির্দ্দিষ্ট করা হয় যে, সিগন্যাল ভোল্টেজ যদি মাত্র ২ ভোল্টের হয়, তবে ভোল্টেজ

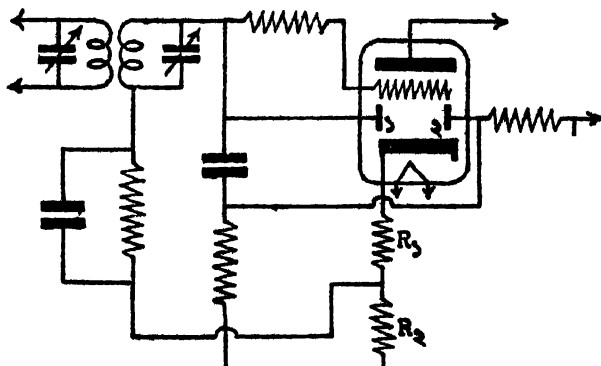
ড্রপ হবে প্রায় ২০ ভোল্ট, তবে ঐ ২০ ভোল্ট নেগেটিভকে ব্যায়াস ভোল্টেজ হিসাবে ব্যবহার করে অন্যান্য সার্কিটে শক্তিশালী এ-ভি-সি ব্যায়াস সরবরাহ করা যায়। ১৮০ নং চিত্রে দেখান হয়েছে, যে যদি কোন গ্রাহক যন্ত্রে ডিলেড-এ্যামপ্লিফায়েড এ-ভি-সি প্রথা ব্যবহার করা হয়, তবে তার ক্যার‍্যাক্টারিষ্টিকস্ কার্ভ কিরূপ আকার ধারণ করে।

১৮০ নং চিত্র

ইণ্টার-ষ্টেশন নয়েজ সাপ্রেসার (Inter Station Noise Suppressor) :—পূর্ব্বে আলোচনা প্রসঙ্গে বলেছি যে, সাধারণতঃ কোন সেনজিটিভ রিসিভারে সর্ট ওয়েভে একটি ষ্টেশন থেকে কাঁটাকে অপর ষ্টেশনে নিয়ে যাবার সময় বিভিন্ন প্রকার ডিস্‌টরশন দেখা দেয়। এই সকল ডিস্‌টরশন যাতে গ্রাহক-যন্ত্রের রিপ্রোডাকশন ক্ষমতাকে নষ্ট করে দিতে না পারে, সেইজন্য এই ইণ্টার-ষ্টেশন নয়েজ সাপ্রেসার সার্কিট ব্যবহার করা হয়। ইণ্টার ষ্টেশন নয়েজ-এর বাংলা অর্থ করলে বলা যায় যে, দুটি ষ্টেশনের মধ্যবর্ত্তী স্থানে যে

নয়েজ দেখা দেয়, তাকেই এই নামে অভিহিত করা হয়। আবার যে সার্কিট ব্যবস্থার দ্বারা ঐ নয়েজকে নষ্ট বা সাপ্রেস করা হয়, তাকেই বলে ইন্টার-ষ্টেশন নয়েজ সাপ্রেসার সার্কিট। লক্ষ্য করে দেখা গেছে যে, এই নয়েজ দেখা দেওয়ার প্রধান কারণ হচ্ছে, যখন টিউনিং কনডেন্সারকে ঘুড়িয়ে একটি ষ্টেশন থেকে অপর ষ্টেশনে নিয়ে যাওয়া হয়, তখন কোন সিগন্যাল ফ্রিকোয়েন্সী এ-ভি-সি টিউবে না থাকায় প্রি-সিলেক্টর অর্থাৎ কনভার্টার টিউবে কোন নেগেটিভ ব্যায়াস ভোল্টেজ থাকে না।

১৮১ নং চিত্র

এখন প্রথম থেকে দেখা যাক যে, এই সার্কিটটি ব্যবহার করতে হলে কি কি দেখা প্রয়োজন। প্রথমতঃ টিউনিং কনডেন্সারকে যখন এক ষ্টেশন থেকে অপর ষ্টেশনে নিয়ে যাওয়া হবে, তখন দেখতে হবে যে, যে কোন সময়ই রিসিভার তার এ্যামপ্লিফিকেশন ক্ষমতা নষ্ট করতে পারে, আবার যেকোন সময়েই তা ফিরে পেতে পারে। তৃতীয়তঃ রিসিভারের এই

কার্য্যকারিতা সাধারণভাবে তার এ-ভি-সিকে নষ্ট করে দিতে না পারে।

১৮১ নং চিত্রে একটি সাধারণ সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। আধুনিক রেডিও ব্যবস্থায় যদিও এইরূপ সার্কিট ব্যবহার করা হয় না বললেই হয়—তথাপি এ সম্বন্ধে কিছু জেনে রাখা প্রয়োজন মনে করি। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এখানে একটি ডবল ডায়োড টিউব ব্যবহার করা হয়েছে। এই টিউবেব এইচ-টি+থেকে যুক্ত রেজিষ্ট্যান্সের

১৮২ নং চিত্র

মধ্যদিয়ে প্রবাহিত কারেন্টের ফলে যে ভোল্টেজ ড্রপ ঘটে, সেই ভোল্টেজকে সিগন্যাল ডায়োড প্লেটে সরবরাহ করা হয়েছে। সুতরাং এ থেকে বুঝা যাচ্ছে যে, সিগন্যাল ফ্রিকোয়েন্সীর এ্যামপ্লিটিউড যতক্ষণ না ঐ ব্যায়াস ভোল্টের অধিক হয় ততক্ষণ এই সার্কিট কাজ করবে না। এই সার্কিট ব্যবহারের সুবিধা অপেক্ষা অসুবিধাই বেশী। পূর্ব্বে

আলোচনা প্রসঙ্গে বলেছি যে, ইন্টার ষ্টেশন নয়েজ সাপ্রেসার সার্কিটে সাধারণতঃ দুটি টিউব থাকে। কিন্তু এই সার্কিটে মাত্র একটি টিউব ব্যবহার করা হয়েছে। আবার লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এই সার্কিটে ব্যবহৃত রেজিষ্ট্যান্স ও কনডেন্সারের সংখ্যাও কম। কিন্তু এর ফলে সকল প্রকার অসুবিধাই এই সার্কিটে দেখা দেয়।

১৮২ নং চিত্রে আরও একটি ইন্টার ষ্টেশন নয়েজ সাপ্রেসারের সার্কিট ডায়গ্রাম অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এই সার্কিটটি ১৮১ নং চিত্রে অঙ্কিত সার্কিট অপেক্ষা কিছু উন্নত ধরণের—কিন্তু এক্ষেত্রেও একটি মাত্র টিউব ব্যবহার করা হয়েছে, তবে এখানে যে টিউবটি ব্যবহার করা হয়েছে—সেটি ডবল-ডায়োড ট্রায়োড টিউব। আর, এর কাজ তিনটি ঃ—

১। ডিটেকশন

২। সাপ্রেশন

৩। এ-ভি-সি

কিন্তু এখানে কোন এল, এফ অর্থাৎ লো-ফ্রিকোয়েন্সী এ্যামপ্লিফায়ার অংশ নাই। কারণ এক্ষেত্রে ট্রায়োডকে এ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে কাজ করা হয় নি। এই সার্কিটে ব্যায়াস হিসাবে যে রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করা হয়েছে, তা সাধারণভাবে ব্যবহৃত ব্যায়াস রেজিষ্ট্যান্স অপেক্ষা উচ্চ ভ্যালুর, আবার গ্রিড ব্যায়াস হিসাবে যে রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করা হয়, তার চারভাগের এক ভাগ ভ্যালুর হয়ে থাকে।

ধরে নেওয়া যাক যে, এই সার্কিটের এইচ, টি + ভোল্টেজ প্রায় ২২০ ভোল্ট, প্লেট কারেন্ট প্রায় ৫ মিলি এ্যামপিয়ার আর ব্যায়াস প্রায় ২ ভোল্ট। ইন্‌কামিং সিগন্যালকে সার্কিটের তিনটি জায়গায় সরবরাহ করা হয়েছে।

১। ডিটেক্টর প্লেট।

২। ব্যায়াস রেজিষ্ট্যান্সের ট্যাপিং।

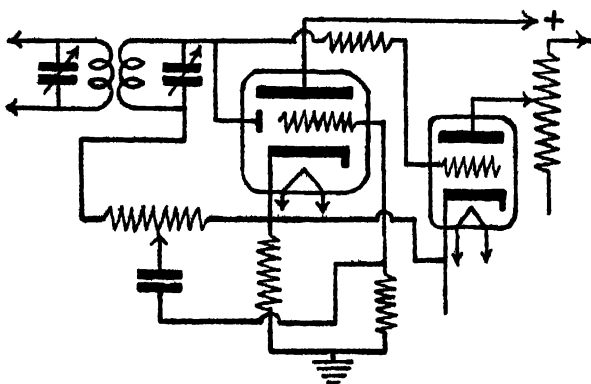
৩। টিউবের গ্রিডে।

অপর ডায়োড প্লেটেও সিগন্যাল সরবরাহ করা হয়েছে। কিন্তু ঐ প্লেটেকে ক্যাথোডের তুলনায় প্রায় ১০ ভোল্ট নেগেটিভ পোটেনশিয়ালে রাখা হয়েছে। সুতরাং সাধারণ অবস্থায় ঐ প্লেটটি কাজ করে না।। সিগন্যাল যখন ডায়োড প্লেট নং ১-কে পজিটিভধর্ম্মী করে, তখন ঐ প্লেটের মধ্যদিয়ে কারেণ্ট প্রবাহিত হয়। ফটে গ্রিড নেগেটিভধর্ম্মী হয়ে উঠে— সঙ্গে সঙ্গে প্লেটকারেণ্টও কমে যায়। প্লেটকারেণ্ট কমে যাওয়ার ফলে R_1 ও R_2 এর অ্যাক্রশের পোটেনশিয়াল কমে প্রায় জিরো (০) হয়ে যায়—তখনই ডিটেক্টর কাজ করে।

ডায়োড প্লেট নং ২ ডিটেকশন ও এ-ভি-সি উভয় কাজই করে থাকে। তাই অনেক ক্ষেত্রে কাজের সুবিধার জন্য আলাদাভাবে অপর একটি টিউব ব্যবহার করা হয়। কারণ আলোচ্য বিষয়টি ঠিকমত হৃদয়ঙ্গম করলে বুঝা যাবে যে, যদিও চিত্রে অঙ্কিত সার্কিটটি সহজ তথাপি এর কার্য্যকারিতা অতীব জটিল। তাই ১৮৩ নং চিত্রে একটি সম্পূর্ণ ও আধুনিক রেডিও ব্যবস্থায় সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এখানে দুটি টিউব V_1 ও V_2 যথাক্রমে ডবল ডায়োড ট্রায়োড ও ট্রায়োড ব্যবহার করা হয়েছে। চিত্রে অঙ্কিত V_2 এর প্লেটে একটি রেজিষ্ট্যান্স প্লেট লোডকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এখানে এইটি অঙ্কন করার উদ্দেশ্য হচ্ছে যে, এর ভ্যালু এইরূপ হওয়া প্রয়োজন, যাতে টিউবটি সামান্য প্লেট ভোল্টেজের উপর কাজ করে। প্লেট ভোল্টেজ অত্যন্ত কম হওয়ায় ঐ টিউবের গ্রিডে যদি

সামান্যতম ব্যায়াস ভোল্টেজ উপস্থিত হয়, তবে প্লেট কারেণ্ট বন্ধ হয়ে যাবে। ফলে টিউবটি তার এ্যামপ্লিফিকেশন ক্ষমতা হারাবে।

চিত্রে অঙ্কিত ছুটি টিউবের ক্যাথোডকে এক সঙ্গে যুক্ত করা হয়েছে, আর রেজিষ্ট্যান্স R_1 কে কমন ব্যায়াস রেজিষ্ট্যান্স হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে। যখন কোন ষ্টেশন টিউন করা হবে, তখন সিগন্যাল V_1 টিউবের ডায়োড প্লেটে এসে উপস্থিত

১৮৩ নং চিত্র

হবে। ফলে ক্যাথোড ও রেজিষ্ট্যান্স R এর মধ্য দিয়ে কারেণ্ট প্রবাহিত হবে। এখন সাধারণ বা সিম্পল এ ভি-সি প্রথার ন্যায় ঐ রেজিষ্ট্যান্স R এর অ্যাক্রশে কিছু ভোল্টেজ ড্রপ ঘটবে ঐ নেগেটিভ ভোল্টেজ আই, এফ ট্রান্সফরমার ও R_3 রেজিষ্ট্যান্সের মধ্যদিয়ে V_2 টিউবের গ্রিডে উপস্থিত হবে। ফলে টিউবটি কাজ করবে না, অর্থাৎ V_2 এর এ্যামপ্লিফিকেশন বন্ধ হয়ে যাবে।

যখন কোন ষ্টেশন টিউন করা হবে না, অর্থাৎ ভেরিয়েবল কনডেন্সার ঘুরিয়ে গ্রাহক-যন্ত্রের কাঁটাকে যখন এক ষ্টেশন থেকে অপর ষ্টেশনে নিয়ে যাওয়া হবে, তখন কোন সিগন্যাল ভোল্টেজ না থাকায় রেজিষ্ট্যান্স "R"এর মধ্যদিয়ে কম কারেন্ট প্রবাহিত হওয়ায় তার অ্যাক্রশে কম ভোল্টেজ ড্রপ ঘটবে। ফলে কম ভোল্টেজ V_2 এর গ্রিডে উপস্থিত হবে। গ্রিডের নেগেটিভ ভোল্টেজ কম থাকায় V_2 পুনরায় কাজ করতে আরম্ভ করবে। ফলে প্লেট কারেন্ট প্রবাহিত হবে। পূর্ব্বেই বলেছি যে, V_1 ও V_2 এর উভয় ক্যাথোড এক সঙ্গে যুক্ত আছে, আর রেজিষ্ট্যান্স R_1 কে কমন ব্যায়াস হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে। সুতরাং ঐ রেজিষ্ট্যান্সের মধ্যদিয়ে V_1 ও V_2 উভয়ের প্লেট কারেন্ট প্রবাহিত হবে। দুটি টিউবের প্লেট কারেন্ট এক সঙ্গে ঐ রেজিষ্ট্যান্স R_1 এর মধ্যদিয়ে প্রবাহিত হওয়ায় R_1 এর অ্যাক্রশে অধিক ভোল্টেজ ড্রপ ঘটবে। ঐ শক্তিশালী ব্যায়াস ভোল্টেজ রেজিষ্ট্যান্স R_2 এর মধ্যদিয়ে V_1 এর এল, এফ গ্রিডে এসে উপস্থিত হবে। ফলে টিউবটি তার এ্যামপ্লিফিকেশন ক্ষমতা থাকবে। সুতরাং এ থেকে বুঝা যায় যে, যখন গ্রাহক-যন্ত্রের কাঁটাকে এক ষ্টেশন থেকে অপর ষ্টেশনে নিয়ে যাওয়া হবে, তখন V_1 টিউব কাজ না করায় গ্রাহক-যন্ত্রে কোন আওয়াজ থাকবে না। সুতরাং কোন নয়েজ তখন দেখা দেবে না। পুনরায় যখন ষ্টেশন টিউণ্ড হবে, তখন V_1 এর মধ্যদিয়ে সিগন্যাল ভোল্টেজ উপস্থিত হওয়ায় R এর অ্যাক্রশে অধিক ভোল্টেজ ড্রপ ঘটবে। সুতরাং অধিক নেগেটিভ ভোল্টেজ V_2 এর গ্রিডে উপস্থিত হবে। পুনরায় ঐ টিউব V_2 তার এ্যামপ্লিফিকেশন ক্ষমতা হারাবে। ফলে তার প্লেট কারেন্ট বন্ধ হওয়ায় রেজিষ্ট্যান্স R_1 এর অ্যাক্রশে কম ভোল্টেজ ড্রপ ঘটবে। কম নেগেটিভ

ভোল্টেজ V_1 এর এল, এক গ্রিডে উপস্থিত হবে। ফলে টিউবটি পুনরায় তার স্বাভাবিক এ্যামপ্লিফিকেশন ক্ষমতা ফিরে পাবে। এইভাবে এই সার্কিট কাজ করবে। যদিও এই ইণ্টার ষ্টেশন নয়েজ সাপ্রেসার সার্কিট বহু জটিল সমস্যার সমাধান করে দিয়েছে, তথাপি প্র্যাকটিক্যাল কাজে এর কাঠিন্য ও সূক্ষ্মতা এর অধিক প্রচলনের পথ রুদ্ধ করে দিয়েছে।

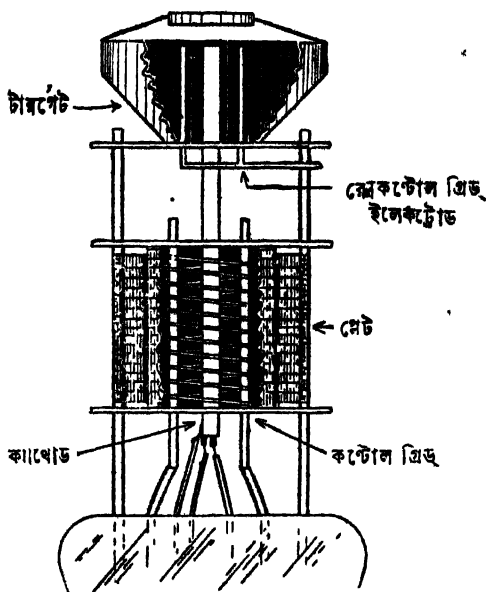
এ, ভি, সি সম্বন্ধে আলোচনা এখানেই শেষ করতাম। কিন্তু ম্যাজিক আই (Magic Eye) বা **টিউনিং ইণ্ডিকেটর** সম্বন্ধে কিছু আলোচনা না করলে এই এ, ভি, সি অধ্যায় অসম্পূর্ণ রয়ে যায়। কারণ পূর্ব্বেই আলোচনা প্রসঙ্গে বলেছি যে, এই এ, ভি, সি ব্যায়াস ভোল্টেজের উপর নির্ভর করেই টিউনিং ইণ্ডিকেটর কাজ করে থাকে। সুতরাং এ, ভি, সির সঙ্গে টিউনিং ইণ্ডিকেটরও অঙ্গাঙ্গী ভাবে জড়িত।

টিউনিং ইণ্ডিকেটর (Tuning Indicator) :—পূর্ব্বে আলোচনা প্রসঙ্গে বিভিন্ন প্রকার অঙ্কের দ্বারা দেখান হয়েছে যে, আধুনিক রেডিও বিজ্ঞানের উন্নতির সঙ্গে সঙ্গে বিভিন্ন প্রকার সার্কিট ব্যবস্থার দ্বারা পৃথিবীর প্রায় সকল ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশনই আমাদের গ্রাহক-যন্ত্রে ধরা পড়েছে। ফলে এক দিক দিয়ে বলতে গেলে বলতে হয় যে, অতীতে ব্যবহৃত গ্রাহক-যন্ত্র অপেক্ষা অধুনা ব্যবহৃত গ্রাহক-যন্ত্র বহুগুণে সেনজিটিভ। তাই সুপারহেটেরোডাইন রিসিভারের বহু ষ্টেশন ধরার ক্ষমতা তার টিউনিং ব্যবস্থায় অতীব জটিল অবস্থার সৃষ্টি করেছে। একটি লোক্যাল রিসিভারে যেমন কানে শুনে ষ্টেশনকে ঠিকমত টিউন করা হয়—সুপারহেটেরোডাইন রিসিভারে কিন্তু কানে শুনে ঠিকমত ষ্টেশন টিউন করা প্রায় অসম্ভব বললেই হয়। একটি উচ্চ সিলেকটিভিটিযুক্ত রিসিভার

লক্ষ্য করলেই তা বুঝা যাবে। একটি ষ্টেশন টিউন করে যদি কাঁটাকে সামান্য মাত্র মিস্‌-টিউন করা যায়, তবে দেখা যাবে যে, সেইস্থানে অপর একটি ষ্টেশন দেখা দিয়েছে। অথবা যদিও তা না দেখা দেয়, তবে সেইস্থানে কিছু ডিসটরশন দেখা দেবে।

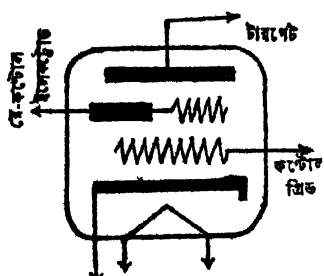
এই সকল অসুবিধা দূর করার জন্য অনেক গ্রাহক-যন্ত্রে একটি আলাদা ব্যবস্থা অবলম্বন করা হয়, যার দ্বারা ষ্টেশন ঠিকমত টিউণ্ড হলে তা চাক্ষুষ (Visual indication) দেখা যায়। এইরূপ সার্কিট ব্যবস্থা একটি ষ্টেশনকে অল্প সময়ের মধ্যে ঠিকমত টিউন করতে সাহায্য করবে। আবার যখন কোন ষ্টেশনের প্রোগ্রাম বন্ধ থাকে, তখনও ঐ ষ্টেশনকে টিউন করতে এই সার্কিট সাহায্য করে। এইরূপে একটি টিউনিং ইণ্ডিকেটর-কে কাজ করাবার জন্য এমন একটি কারেণ্ট তার মধ্যদিয়ে প্রবাহিত করা প্রয়োজন বা সিগন্যালের শক্তি অনুসারে উঠানামা করে। সেইজন্যই কেবলমাত্র যে সকল গ্রাহক-যন্ত্রে এ. ভি. সি সার্কিট আছে, সেই সকল গ্রাহক-যন্ত্রে "ম্যাজিক আই" যুক্ত করা সম্ভবপর। কিন্তু পূর্ব্বে আলোচনা করেছি যে অতীতে বহু প্রকার মেকানিক্যাল ইণ্ডিকেটর ব্যবহার করে ষ্টেশন টিউনিং-এর কাজ করা হত—যেমন পূর্ব্বে মিলি-এ্যামমিটার ব্যবহার করা হয়েছে।

মেকানিক্যাল টিউনিং ইণ্ডিকেটর হিসাবে মিলিএ্যামমিটার বা অপর কোন মিটার ব্যবহার করার অনেক অসুবিধা আছে। প্রধান অসুবিধা হচ্ছে যে, কোন শক্তিশালী ও তদপেক্ষা কম শক্তির সিগন্যালকে পৃথকরূপে দেখা সম্ভবপর হয় না। কারণ প্লেট কারেণ্ট সামান্য কম বেশী ও মিটারের স্কেল অত্যন্ত সূক্ষ্ম হওয়ায় কাঁটার সামান্য উঠানামা বা ভ্যারিয়েশনকে অত্যন্ত মনোযোগ সহকারে না দেখলে তা লক্ষ্য করা প্রায় অসম্ভব।

ম্যাজিক আই (Magic eye) :—আধুনিক সুপার হেটেরোডাইন সার্কিট ব্যবস্থায় এই "ম্যাজিক আই"—হচ্ছে একমাত্র টিউনিং ভ্যালভ যার দ্বারা চোখে দেখে ঠিকমত ষ্টেশন টিউন করা সম্ভব হয়েছে। 'ম্যাজিক আই"কে ভ্যালভ বলার কারণ হচ্ছে যে, এর বাহিরের রূপ ঠিক একটি

১৮৪ নং চিত্র

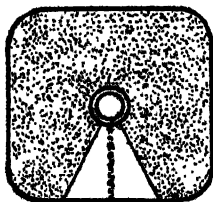
ভ্যালভের ন্যায়। যথাক্রমে ১৮৪ ও ১৮৫ নং চিত্রে দুটি রূপকেই দেখান হয়েছে। ১৮৫ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, সাধারণ ট্রায়োড টিউবের ন্যায় এই টিউবেও একটি গ্রিড আছে। একদিক দিয়ে বলতে গেলে এই টিউবটি একটি এ্যামপ্লিফায়ারও বটে। টিউবটি যখন কাজ করে, তখন তার মাথার উপর

একটি সবুজ আলো দেখা দেয়। ১৮৬ নং চিত্রে তা দেখান হয়েছে। চিত্রে একটি রিং-এর মধ্যে সবুজ আলোকে বুঝাবার জন্য ছোট ছোট ডট্ চিহ্ন অঙ্কন করা হয়েছে। চিত্রে দেখান হয়েছে যে, যখন সিগন্যালের শক্তি কম হয়, তখন আলোর রেখাটি সম্পূর্ণ জোড়ে না। কিন্তু যখন শক্তিশালী সিগন্যাল উপস্থিত হয় তখন তা জুড়ে যায়। আবার কোন কোন ক্ষেত্রে তা একটি অপরটির গায়ে চলে যায়।

এখন দেখা যাক কি প্রকারে ম্যাজিক আই কাজ করে। ১৮৭ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, ১৮৫ নং চিত্রে যে

১৮৫ নং চিত্র

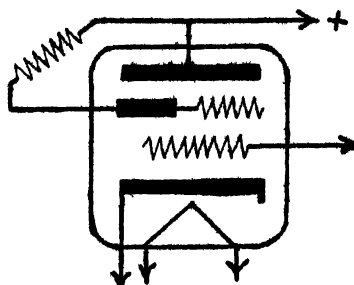
গ্রিডকে কণ্ট্রোল গ্রিড বলে উল্লেখ করা হয়েছে, এখানে সেই গ্রিডে এ-ভি-সি ব্যায়াস ভোল্টেজ সরবরাহ করা হয়েছে। টারগেট প্লেট ও রে-কণ্ট্রোল-ইলেকট্রোডের মধ্যে একটি রেজিষ্ট্যান্স R যুক্ত করা হয়েছে। এই রেজিষ্ট্যান্স সাধারণতঃ ১ থেকে ২ ওমসের ব্যবহার করা হয়ে থাকে। এইচ, টি + সরবরাহকে টারগেট প্লেট-এর সঙ্গে যুক্ত করা হয়েছে।

যখন কোন ষ্টেশন টিউন করা হবে, তখন এ-ভি-সি ব্যায়াস ভোল্টেজ ম্যাজিক আই টিউবের গ্রিডে এসে উপস্থিত

হবে। পূর্ব্বেই বলেছি যে, এ. ভি, সি ব্যায়াস ভোল্টেজ সিগ-গ্যালের ইনটেনসিটি অনুসারে উঠানামা করে। সুতরাং কম ও বেশী শক্তির সিগন্যালের সময় এই কন্ট্রোল গ্রিডের ব্যায়াস ভোল্টেজও কমবেশী হতে থাকবে। তখন যদি টারগেট প্লেটে এইচ, টি + ভোল্টেজ সরবরাহ করা হয় এবং ক্যাথোড যদি ইলেকট্রন এমিট করে তবে প্লেট কারেণ্ট প্রবাহিত হবে। অর্থাৎ ক্যাথোড যে ইলেক্‌ট্রন এমিট করবে—প্লেট পজিটিভ ধর্ম্মী হওয়ায় সেই ইলেকট্রনকে আকর্ষণ করবে।

১৮৬ নং চিত্র

কিন্তু ঐ ইলেকট্রন ক্যাথোড থেকে প্লেটে যাবার পথে রে কন্ট্রোল-ইলেক্টোডের সম্মুখীন হবে। এখন দেখা যাক ঐ ইলেক্টোডের কাজ কি।

সিগন্যালের ইনটেনসিটি কমবেশী হওয়ার জন্য এ-ভি-সি ব্যায়াস ভোল্টেজও কম বেশী হবে। ফলে প্লেট কারেণ্টও একবার কম ও একবার বেশী হবে। প্লেটের সঙ্গে যে রেজিষ্ট্যান্স যুক্ত করে, রে-কন্ট্রোল-ইলেক্টোডকে পজিটিভ ভোল্টেজ সরবরাহ করা হয়েছে, তাও একবার কম ও একবার বেশী হবে। এ, ভি, সি ব্যায়াস ভোল্টেজ যখন কম হবে—প্লেট কারেণ্ট তখন বেশী হবে—ফলে রে-কন্ট্রোল-ইলেক্টোডে

বেশী পজিটিভ ভোল্টেজ উপস্থিত হবে। সেই পজিটিভ চার্জ যুক্ত ইলেক্টোড ক্যাথোড থেকে এমিটেড ইলেকট্রনকে বেগে আকর্ষণ করবে। কিন্তু যেহেতু ঐ রে-কন্ট্রোল-ইলেক্টোডটি ভরাট পদার্থ নয়, গ্রিডের ন্যায় জালি জালি, সেই হেতু আকর্ষিত ইলেকট্রন তাকে ভেদ করে অধিক পজিটিভ চার্জ যুক্ত ইলেক্টোড টারগেট-প্লেটে গিয়ে বেগে ধাক্কা দেবে। টারগেট প্লেট এইরূপভাবে গঠিত এবং তার উপর এইরূপ এক প্রকার পেষ্ট লাগান থাকে যে, যদি একটি মাত্র ইলেক্টোড

১৮৭ নং চিত্র

কোন প্রকারে সেই প্লেটের একটি স্থানে ধাক্কা মারে, তবে টারগেট প্লেটের মাত্র সেই স্থানটি সবুজ আকারে আলো দিবে। কিন্তু যে স্থানে ঐ ইলেক্টোড পৌঁছিতে পারে না, সে স্থান অন্ধকারই থেকে যায়।

যখন অধিক ব্যায়াস ভোল্টেজ কন্ট্রোল গ্রিডে এসে উপস্থিত হবে, তখন প্লেট কারেন্টও কমে যাবে। রে-কন্ট্রোল ইলেক্টোডের পজিটিভনেসও কমে যাবে। ফলে ইলেকট্রন প্রবাহের পথে তা বাধার সৃষ্টি করবে। সুতরাং বাধা পেয়ে ইলেকট্রন টারগেট প্লেটের সেই অংশটিতে পৌঁছিতে পারবে

না। তাই টারগেটও অন্ধকার থেকে যাবে। এইভাবে সিগন্যাল কম বেশীর সঙ্গে সঙ্গে এ, ভি, সি ব্যায়াস ভোল্টেজও কম বেশী হবে, আর তাই ম্যাজিক আই-এর সবুজ আলোও কম বেশী হতে থাকবে।

১৮৮ নং চিত্রে একটি সার্কিট ডায়গ্রাম দ্বারা ম্যাজিক আই-এর সংযোগকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। প্র্যাকটিক্যাল অধ্যায়ে এই ম্যাজিক-আই টিউবের সংযোগ অঙ্কন করে দেখাব। এখন কেবলমাত্র সার্কিট ডায়গ্রাম দেখান হল।

১৮৮ নং চিত্র

অটোমেটিক ভ্যলুম কন্ট্রোলের আলোচনা এইখানেই শেষ। পূর্ব্বেই বলেছি, আর এখনও বলছি যে, সুপারহেটেরোডাইনের কাজে এই ভ্যলুম কন্ট্রোল যে ব্যবহার করতেই হবে, তার কোন মানে নাই। এই সার্কিট ব্যবহার না করেও সুপারহেট রেডিও গ্রাহক-যন্ত্রের সার্কিট ডিজাইন করা যায়। প্র্যাকটিক্যাল কাজের সময় তা দেখাব। তবে ঐ রিসেপশন পদ্ধতিতে উন্নত আকারে রূপ দিবার জন্য অটোমেটিক ভ্যলুম-কন্ট্রোল প্রথার প্রচলন।

Test Questions

1. *What is fading ? Does it affect the efficiency of a receiver ?*

2. *State briefly what is ment by 'Kennelly Heaviside layer". Is this layer a good conductor of electricity ?*

3. *Is the air that surraunds us a Conductor or an insulator of electricity ?*

4. *Name and state the working principle of a circuit which suppress the noice that occurs during tuning a station from other.*

5. *What is tuning indicator ? Why it is used ? What is the latest developped indicator ?*

সপ্তম অধ্যায়

আউট-প‍ুট-ষ্টেজ

সুপারহেটেরোডাইন রিসিভারের বিভিন্ন প্রয়োজনীয় ষ্টেজগুলিকে ভিন্ন ভিন্ন অধ্যায়ের মাধ্যমে বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হল। এই অধ্যায়ে যে সার্কিট বা ষ্টেজ সম্বন্ধে আলোচনা করব তাকে বলা হয় আউট-পুট ষ্টেজ। রেডিও গ্রাহক-যন্ত্র ও এ্যামপ্লিফায়ার তা বড়ই হোক বা ছোটই হোক সকল ক্ষেত্রেই এই ষ্টেজের ব্যবহার অপরিহার্য্য।

ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশন থেকে প্রেরিত সিগন্যাল ওয়েভস রেডিও গ্রাহক-যন্ত্রের মধ্যদিয়ে প্রবাহিত হওয়ার কালে সর্ব্বশেষ যে ষ্টেজকে অতিক্রম করে, তাকেই আউট-পুট-ষ্টেজ বলে অভিহিত করা হয়। অনেকের ধারণা যে, একমাত্র লাউড-স্পীকারকে কাজ করাবার জন্যই আউট-পুট-ষ্টেজের ব্যবহার। কারণ ঐ লাউড-স্পীকার হেডফোন বা টেলিফোন যন্ত্র থেকে পৃথক। হেডফোন বা টেলিফোন যন্ত্রকে একটি ডিটেক্টর ভ্যালভ দ্বারা অনায়াসে কাজ করান যায়, কিন্তু তাকে আউট-পুট ষ্টেজ বা আউট-পুট ভ্যালভ হিসাবে ব্যবহার করা যায় না; কারণ ভালভাবে দেখতে গেলে বুঝা যাবে যে, এই ডিটেক্টর ভ্যালভ ও আউট-পুট ভ্যালভের কার্য্যের মধ্যে অনেক পার্থক্য রয়ে গেছে। একটি মাত্র প্রধান কারণের উপর নির্ভর করে, এই ষ্টেজকে অপর সকল ষ্টেজ থেকে সম্পূর্ণ পৃথক

বলে উল্লেখ করা যায়। লক্ষ্য করলে দেখা যাবে, যে সকল ভ্যালভই সম্পূর্ণরূপে ভোল্টেজের উপর নির্ভর করেই কাজ করে। যদি একটি ভ্যালভ অপর একটি ভ্যালভকে কাজ করাবার জন্য ব্যবহার করা হয়, তবে সেই পূর্ব্বের ভ্যালভ থেকে পরবর্ত্তী ভ্যালভে আউট-পুট ভোল্টেজ সরবরাহের ব্যবস্থা করা হয়। কিন্তু লাউড-স্পিকারে ভোল্টেজ সরবরাহ করে কাজ করান যায় না—তাকে কাজ করাবার জন্য কারেণ্টের প্রয়োজন হয়। সেইজন্য পাওয়ার আউট-পুট ষ্টেজের প্রয়োজন। কারণ লাউড-স্পিকারের কয়েলের মধ্যদিয়ে কারেন্টকে প্রবাহিত করার জন্য ভোল্টেজেরও প্রয়োজন হয়। এই সকল দিক থেকে বিচার করে বলা যায় যে, পাওয়ার আউট-পুট সরবরাহ করার জন্য একটি ভ্যালভের যা যা প্রয়োজন হয়, তা ভোল্টেজ এ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে ব্যবহৃত ভ্যালভ থেকে সম্পূর্ণ পৃথক—ফলে কেবলমাত্র প্রস্তুত-প্রণালীর দিক দিয়েই যে এই ভ্যালভ অপর সকল ভ্যালভ থেকে পৃথক তা নয়। কার্য্যপ্রণালীর (Operating Condition) দিক দিয়েও তা অপর ভ্যালভ থেকে সম্পূর্ণ ভিন্ন।

প্রকৃত পক্ষে আউট-পুট ষ্টেজ বলতে কেবলমাত্র আউট-পুট ভ্যালভকেই বুঝায় না। লাউড-স্পীকার ও তার সঙ্গে যুক্ত অপর সকল জিনিষকেও বুঝায়। এই লাউড-স্পীকার সম্বন্ধে প্রথম খণ্ডে আলোচনা করা হয়েছে। তাই সে সম্বন্ধে আর এখানে পুনরুল্লেখ করব না। এই অধ্যায়ে কেবলমাত্র আউটপুট ভ্যালভ ও তাকে ঠিকমত কাজ করাবার তথ্য সম্বন্ধে আলোচনা করব।

আউট-পুটে কাজ করার জন্য ট্রায়োড, টেট্রোড অথবা পেন্টোড-এর মধ্যে যে কোন একটিকেই ব্যবহার করা যায়। কিন্তু প্রকৃত পক্ষে আধুনিক গ্রাহক-যন্ত্রে পেন্টোডকেই ব্যবহার

করা হয়ে থাকে। যাহা হউক ঐ ষ্টেজে ব্যবহৃত টিউব কি প্রকারে কাজ করবে তা নির্ভর করে তিনটি জিনিষের উপর—

১। সেনসিটিভিটি

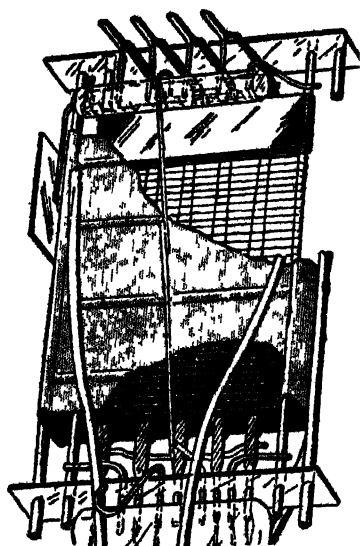
২। ডিসটরশন লিমিটেশন

৩। আউট-পুট-স্পীচ্

আউট-পুট-স্পীচ্ বলতে বুঝায় লাউড-স্পীকারকে ঠিক মত কাজ করাবার জন্য যে শক্তির সিগন্যাল আউট-পুট আবশ্যক তাকেই। তাই এই স্পীচ্ আউট-পুটকে পাওয়ার আউট-পুট বা আন্ ডিসর্টাটেড আউট-পুট বলে অভিহিত করা হয়। একটি আউট-পুট টিউব থেকে পাওয়ার আউট-পুট পাওয়া যাবে তা নির্ণয় করা হয়,সাধারণতঃ টিউবের ডিসিপেশন থেকে। আবার এই প্লেট ডিসিপেশনকে নির্ণয় করা হয় ক্যাথোড ভোল্টেজ ও প্লেট ভোল্টেজের বিয়োগফলের সঙ্গে প্লেট কারেন্টকে গুণ করে।

আউট-পুট ভ্যালভ হিসাবে ট্রায়োডের ব্যবহার (Triode as out-put valve)—আউট-পুট ভ্যালভকে যে তিনটি শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায় তা পূর্ব্বেই বলেছি। প্রস্তুত প্রণালীর দিক দিয়ে দেখতে গেলে ট্রায়োড, টেট্রোড ও পেণ্টোডের মধ্যে বিশেষ কোন পার্থক্য লক্ষ্য করা যায় না। কিন্তু কার্য্যপ্রণালী ও তাদের ক্যারাকটারষ্টিক্স্-এর দিক দিয়ে দেখতে গেলে উল্লেখযোগ্য পার্থক্য লক্ষ্য করা যায়। পূর্ব্বে প্রথম খণ্ডে ট্রায়োড টিউব সম্বন্ধে আলোচনা করেছি—কিন্তু এখন যে ট্রায়োড সম্বন্ধে আলোচনা করছি এই আউট-পুট ট্রায়োড পূর্ব্বে আলোচিত ট্রায়োড থেকে ভিন্ন প্রকৃতির।

১৮৯ নং চিত্রে একটি আউট-পুটে ব্যবহৃত ট্রায়োড টিউবের অভ্যন্তর ভাগকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য

করলে দেখা যাবে যে, এই টিউবে ব্যবহৃত প্লেট-এর গায়ে কালো কার্ব্বন লাগান আছে। এখানে যে টিউবটিকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে তা সাধারণতঃ এ,সি অথবা ডিসি, মেন সাপ্লাই লাইনে ব্যবহৃত রিসিভারের আউট-পুট টিউব হিসাবে নির্দ্দিষ্ট করা হয়। মেন লাইনে ব্যবহৃত এই সকল

১৮৯ নং চিত্র

রিসিভারে অনেক সময় "মেন লাইন হাম" দেখা দেয়। সেই হামকে নষ্ট করার জন্য অনেক সময় চিত্রে উল্লিখিত টিউবের গ্রিডের কনেকশনকে তার উপরের দিকে যুক্ত করা থাকে, অর্থাৎ যাকে বলা হয় "টপ গ্রিড"—ফলে ফিলামেন্ট কনেকশনের কাছ থেকে তা দূরে থাকে। কিন্তু সাধারণভাবে

প্রস্তুত আউট-পুট ট্রায়োড টিউবে চারটি কনেকশনই টিউবের নীচে থাকে।

পূর্ব্বে বলেছি যে ১৮০ নং চিত্রে অঙ্কিত টিউবের প্লেটে কার্ব্বন লাগান আছে। ইলেকট্রন প্রবাহের ফলে প্লেট থেকে যে সেকেণ্ডারী এমিশন হয়, তাকে বন্ধ করার জন্যই এই ব্যবস্থা। আবার অনেক সময় দেখা গেছে ঠিক এই কারণেই অনেক টিউবের মধ্যেও কার্ব্বন লেয়ার দেওয়া হয়। এই লেয়ারে ব্যবহৃত কার্ব্বন কণিকা এত সূক্ষ্ম ও পাতলা রূপে প্রস্তুত করা হয় যে, তা অনায়াসে জলের সঙ্গে মিশে যেতে পারে। সেকেণ্ডারী এমিশন বন্ধ করার কাজে কার্ব্বনই ব্যবহার করা হয় কেন? এ প্রশ্নের উত্তরে বলা যায় যে, টিউবের মধ্যে যখন ইলেকট্রন বম্বার্ডমেণ্ট হয়, তখন প্রায় সকল ধাতুই নিজ দেহ থেকে কিছু না কিছু ইলেক্ট্রন এমিট করে। কিন্তু সাধারণভাবে ব্যবহৃত আউট-পুট ভ্যালভে কার্ব্বন ব্যবহার করলে তা থেকে সেকেণ্ডারী ইলেকট্রন বাহির হওয়ার কোন আশঙ্কাই থাকে না।

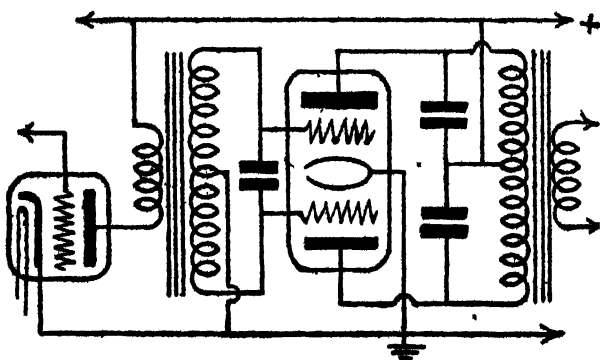
ক্লাস-বি-ট্রায়োড (Class B Triode):—ক্লাস বি এ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে যে সার্কিট ব্যবহার করা হয়, তাকে কার্য্যকরী করার জন্য স্পেশাল ক্যারাকটারষ্টিকস যুক্ত টিউবের প্রয়োজন হয়। সাধারণতঃ একটি আবরণের মধ্যেই দুটি ট্রায়োড টিউবকে পাশাপাশিভাবে যুক্ত করে তা প্রস্তুত করা হয়—ঐ টিউবের সাতটি পিনের মধ্যে আলাদাভাবে দুটি প্লেট ও দুটি গ্রিড যুক্ত থাকে।

আউট-পুট হিসাবে ট্রায়োডের ব্যবহার অত্যন্ত অল্প। কারণ এই টিউবের প্লেট এমিশনের তুলনায় পাওয়ার আউট-পুট অত্যন্ত কম হয়, আর এই টিউবের এফিসিয়েন্সী শতকরা ২০ থেকে ৩০ এর মধ্যে থাকে। তবে এ সকল সত্ত্বেও এই ট্রায়োড টিউবের একটি বিশেষ গুণ আছে, তা হচ্ছে, যে

এই টিউবে তৃতীয় হারমনিক্স ডিসটরশন দেখা দেয় না। ট্রায়োড টিউবের সেনসিটিভিটিও অত্যন্ত কম। তাই তা থেকে অধিক পরিমাণের পাওয়ার আউট-পুট পাবার জন্য অধিক শক্তি সম্পন্ন ইনপুট ভোল্টেজের প্রয়োজন হয়।

এই সকল দিক দিয়ে বিচার করতে গেলে পেন্টোড টিউব ট্রায়োড অথবা টেট্রোড অপেক্ষা বহুগুণে ভাল কাজ দেয়। পেন্টোড টিউবের এফিসিয়েন্সী শতকরা ৪০ থেকে ৫০ বললে কোন অত্যুক্তি করা হবে না। আর এই টিউব থেকে উচ্চ শক্তির পাওয়ার আউট-পুট পাওয়ার জন্য অধিক শক্তির ইনপুট ভোল্টের প্রয়োজন হয় না। তবে পেন্টোড টিউবের সমস্যা হচ্ছে যে, এই টিউবে সকল প্রকার হারমনিক্স ডিসটরশন বর্ত্তমান থাকে। পেন্টোড টিউব আলোচনা করার সময় এ সম্বন্ধে বিশদরূপে আলোচনা করব।

ক্লস-বি আউট-পুট (Class-B Out-put):—ক্লাস-বি এ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে ব্যবহৃত ট্রায়োড টিউব সম্বন্ধে পূর্ব্বে আলোচনা করেছি। আলোচনা প্রসঙ্গে বলেছি যে, ক্লাস-বি ট্রায়োড হচ্ছে একটি টিউব যার মধ্যে দুটি ট্রায়োড একত্রে পাশাপাশি বর্ত্তমান আর যার ইম্পিডেন্স অত্যন্ত বেশী। ১৯০ নং চিত্রে একটি সার্কিট ডায়গ্রাম অঙ্কন করা হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এখানে যে টিউবটি ব্যবহার করা হয়েছে তার গ্রিডে কোন ব্যায়াস ভোল্টেজ সরবরাহ করা হয় নি। অবশ্য অনেক সময় দেখা গেছে অনেকে কিছু ব্যায়াস ভোল্টেজ এই গ্রিডে সরবরাহ করে থাকেন, তবে এইরূপ ক্লাস-বি আউট-পুটের কাজে জিরো ("o") ব্যায়াস যুক্ত ভ্যালভকেই নির্ব্বাচিত করা উচিত—যার ফলে প্রত্যেক প্লেটের মধ্যদিয়ে সকল সময়েই কম বেশী প্রায় ১ মিলি এ্যামপ্লিফায়ার কারেণ্ট প্রবাহিত হবে।

এখন যদি ঐ টিউবে সিগন্যাল ভোল্টেজ দেওয়া যায়, তবে সিগন্যালের এ্যামপ্লিটিউড বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে গ্রিডের পজিটিভনেসও বৃদ্ধি পাবে—আর তার মধ্যদিয়ে কারেন্ট প্রবাহিত হতে থাকবে। ফলে পূর্ব্বের টিউবের উপর যে লোড পড়বে তার ফল স্বরূপ ডিসটরশন দেখা দেবে। আউট-পুট ষ্টেজের পূর্ব্বে ড্রাইভার হিসাবে যে টিউবটি ১৯০ নং চিত্রে ব্যবহার করা হয়েছে, তাকে প্রকৃতপক্ষে লো-ফ্রিকোয়েন্সী এ্যামপ্লিফায়ার বলা যায় না। কারণ ড্রাইভার হিসাবে আউট-

১৯০ নং চিত্র

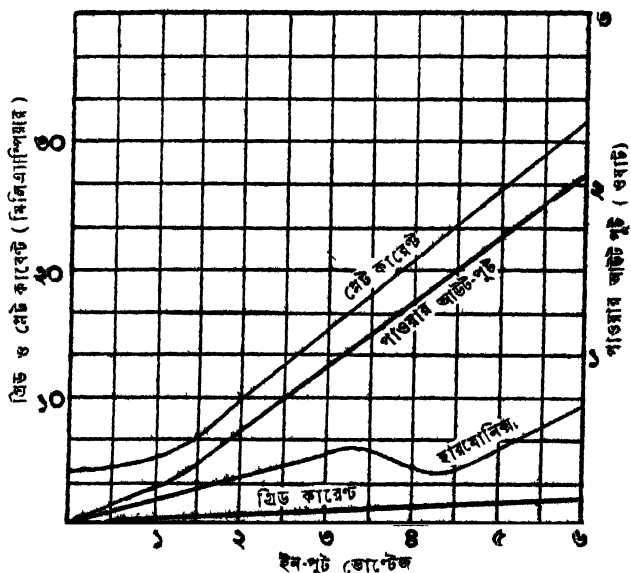
পুট টিউবকে কাজ করাবার জন্য এই টিউব কেবল যে ভোল্টেজ আউট-পুট সরবরাহ করছে তা নয়—কারেন্ট আউট-পুটও সরবরাহ করছে—ফলে আউট-পুট টিউবের গ্রিড সার্কিটে যে এনার্জী নষ্ট হবে,তা অনায়াসেই অগ্রাহ্য করা যায়, কারণ তা এই দুটি ষ্টেজের কোনটিরই কার্য্যকারিতাকে নষ্ট করতে পারে না।

অনেক সময় দেখা যায় যে, ক্লাস-বি আউট পুট ভ্যালভকে ঠিকমত কাজ করাবার জন্য ড্রাইভার ষ্টেজে এক প্রকার স্পেশাল ভ্যালভ ব্যবহার করা হয়। যার কাজ একটি ওভার ব্যায়াস

পাওয়ার ভ্যালভের ন্যায় হয়ে থাকে। যার ফলে মাত্র ২ মিলি এ্যাম্পিয়ার প্লেট কারেন্টেই ঐ টিউব থেকে প্রায় ৩০ মিলি ওয়াট আউট-পুট পাওয়া যায়।

১৯১ নং চিত্রে ক্লাস-বি আউট-পুট ষ্টেজের একটি ক্যারাক-টারষ্টিক্স কার্ভ অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, তার মধ্যে গ্রিড কারেন্ট, হারমনিক্স ডিসটরশন, প্লেট কারেন্ট ও পাওয়ার আউট-পুটকে একই সঙ্গে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এখানে ড্রাইভার ও ক্লাস-বি আউট-পুট ভ্যালভকে একটি ষ্টেজ ধরেই কাজ করা হচ্ছে। আর দুটি ভ্যালভের মিলিত কাজের উপর নির্ভর করেই কার্ভগুলি অঙ্কন করা হয়েছে, অর্থাৎ ইন-পুট ভোল্ট হচ্ছে ড্রাইভার ষ্টেজে যে সিগন্যাল ভোল্টেজ দেওয়া হচ্ছে তার আর-এম-এস্ ভ্যালু। প্লেট কারেন্ট হচ্ছে দুটি টিউবের মিলিত কারেন্টের সঙ্গে সমান আর হারমনিক্স কার্ভ হচ্ছে দুটি টিউবের মিলিত হারমনিক্স ডিসটরশনের বাহক। তবে পাওয়ার আউট-পুট হিসাবে যে কার্ভ দেখান হয়েছে সেটি কিন্তু কেবল-মাত্র আউট-পুট ভ্যালভের উপরেই নির্ভরশীল।

এখানে যে যে হারমোনিক্স কার্ভ অঙ্কন করা হয়েছে তা লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে,ইন-পুট ভোল্টেজ যখনই ৪ভোল্টের উপরে যায়, হারমোনিক্স কার্ভ তখনই অসমান ও উপর দিকে উঠতে থাকে। সুতরাং এ থেকে বুঝা যাচ্ছে যে, ড্রাইভার ষ্টেজে যে সর্ব্বোচ্চ পরিমাণের ইন-পুট ভোল্টেজ দেওয়া যেতে পারে তা কখনই ৬ ভোল্ট আর-এম-এস্ এর বেশী হওয়া উচিত নয়। আর একটি কথা এখানে জেনে রাখা প্রয়োজন যে, ১৯১ নং চিত্রে যে কার্ভ অঙ্কন করা হয়েছে তা ১৯০ নং ষ্টেজে অঙ্কিত সার্কিটের ক্যারাকটারষ্টিকস্ কার্ভ। আর এর পাওয়ার আউট-পুট হচ্ছে প্রায় ২ ওয়াট্।

এখন পুনরায় ১৯০ নং চিত্রে ফিরে আসা যাক্। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এখানে ড্রাইভার ষ্টেজকে একটি ট্রান্সফরমার দ্বারা পাওয়ার আউট-পুট ষ্টেজের সঙ্গে কাপলিং করা হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে কাপলিং ট্রান্সফরমারের সেকেণ্ডারীর দুটি প্রান্ত একটি কনডেন্সার দ্বারা

১৯১ নং চিত্র

যুক্ত আছে। সাধারণভাবে দেখতে গেলে মনে হয় যে, এই কনডেন্সারটি "টোন কারেকটার" হিসাবে কাজ করছে। কিন্তু টোন ক্যারেকটার ছাড়াও এই কনডেন্সার ব্যবহারের আরও একটি বিশেষ অর্থ আছে—পূর্ব্বেই সেরূপ বলা হয়েছে যে, এই সার্কিট দ্বারা যে ষ্টেশন টিউন করা হবে, সেই ষ্টেশনের

ইনপুট সিগন্যালের মডিউলেশনের উপর টিউবের প্লেট কারেন্ট নির্ভর করে। কিন্তু এখানে একটি বিপদ দেখা দেয় তা হচ্ছে —অনেক ক্ষেত্রে ঐ ইন-পুট সিগন্যালের সঙ্গে এক প্রকার সুপারসনিক ফ্রিকোয়েন্সী দেখা দেয়, যার ফলে 'ক্লাস-বি' এ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে ব্যবহৃত টিউবের প্লেট কারেন্ট অত্যন্ত বৃদ্ধি পায়। সুপারসনিক ফ্রিকোয়েন্সী এত উচ্চ স্পন্দন-জাত যে মানুষের পক্ষে তা শুনা অসম্ভব। যাহা হউক ঐ কাপলিং ট্রান্সফরমারের সেকেণ্ডারীতে কনডেন্সারটি যুক্ত থাকায় সুপারসনিক ফ্রিকোয়েন্সীর উচ্চতা কমে যায়, অনেক ক্ষেত্রে তা নষ্টই হয়ে যায়। কারণ এই কনডেন্সারটিকে এমন একটি ভ্যালু নির্দিষ্ট করা হয়, যার ফলে কেবলমাত্র শ্রবণোপযুক্ত ফ্রিকোয়েন্সী ব্যতীত অপর উচ্চ স্পন্দনযুক্ত সকল ফ্রিকোয়েন্সীকেই নষ্ট করে দেয়। এখানে একটি কথা বলে রাখা প্রয়োজন যে, 'ক্লাস-বি এ্যামপ্লিফায়ার সার্কিটে ক্লাস-বি হিসাবে ব্যবহৃত টিউবের গ্রিড সার্কিটের পূর্ব্বে অর্থাৎ ড্রাইভার ষ্টেজ থেকে সিগন্যাল ক্লাস বি এ্যামপ্লিফায়ার টিউবের গ্রিডে প্রবেশ করার পূর্ব্বে এমন একটি সার্কিট বা কনডেন্সারের মধ্যদিয়ে তাকে প্রবাহিত করান উচিত যার ফলে শ্রবণোপযুক্ত ফ্রিকোয়েন্সী ব্যতীত উচ্চ স্পন্দন-জাত ফ্রিকোয়েন্সীই নষ্ট হয়ে যায়।

চিত্রে আউট-পুট ট্রান্সফরমারের প্রাইমারী কয়েলের প্রত্যেক অর্দ্ধেক অংশের সঙ্গে সান্ট্ হিসাবে একটি কনডেন্সার ব্যবহার করা হয়েছে। এই কনডেন্সারের কাজ কিন্তু পূর্ব্বোল্লিখিত গ্রিড কনডেন্সার থেকে ভিন্ন। এর কাজ টিউবের প্লেট লোডের ইম্পিডেন্স ঠিক রাখা।

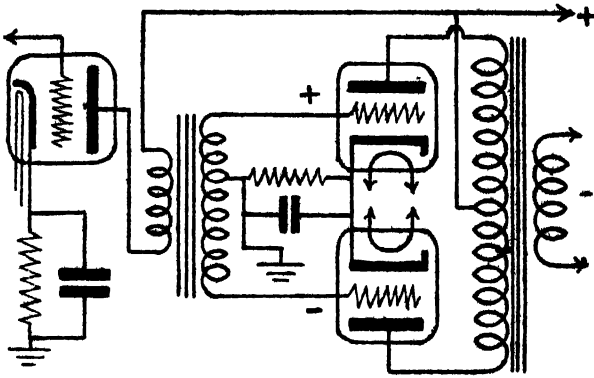
ক্লাস-বি আউট-পুট সম্বন্ধে আলোচনা এই পর্য্যন্তই শেষ। তবে ক্লাস-বি আউটপুট সার্কিট ব্যবহারের অসুবিধা সম্বন্ধে কিছু জেনে রাখা প্রয়োজন। প্র্যাকটিক্যাল কাজের সময় দেখা

গেছে যে অতি সহজেই ক্লাস-বি সার্কিটে ব্যবহৃত রিসিভারে ডিসটরশন দেখা দেয়। অবশ্য অনেক সময় এ ডিসটরশন দেখা দেয় পূর্ব্বোলিখিত বিশেষ জিনিষগুলি ব্যবহার না করলে আবার অনেক সময় দেখা যায় যে, ক্লাস-বি আউট-পুট ষ্টেজে এক প্রকার কৃত্রিম ফ্রিকোয়েন্সীর সৃষ্টি হয়ে তা পূর্ব্ববর্ত্তী ষ্টেজে চলে যায়। সেইজন্য টিউবের প্লেট সার্কিটের মধ্যে যাতে কোন প্রকারে "কাপলিং"-এর সৃষ্টি না হয়, তার প্রতি লক্ষ্য রাখতে হয়। অনেকে এই কারণে রিসিভার ডিজাইনের সময় ডি-কাপলিং সার্কিটের ব্যবস্থা করে থাকেন।

পুস্-পুল-আউট-পুট (Push pull out put)—সাধারণ ভাবে প্রস্তুত রেডিও গ্রাহক-যন্ত্রে আউট-পুট ষ্টেজে একটি মাত্র ভ্যালভ ব্যবহার করেই কাজ চালান হয়। কিন্তু যেখানে উচ্চ শক্তিসম্পন্ন আউট-পুটের প্রয়োজন হয়, সেখানে দুটি ভ্যালভ পুস্-পুলে ব্যবহার করা হয়। অবশ্য পুস্-পুল সার্কিট আবিষ্কৃত হওয়ার পূর্ব্বে দুটি টিউব প্যারাল্যালে ব্যবহার করা হত। কিন্তু তাতে বহু অসুবিধার সৃষ্টি হত। প্যারালাল আউট-পুট সার্কিট আলোচনার সময় এ সম্বন্ধে আলোচনা করব।

সাধারণতঃ রেডিও গ্রাহক-যন্ত্রে এই সার্কিটের অধিক প্রচলন দেখা না গেলেও রেডিও এ্যামপ্লিফায়ার সার্কিটে-এর ব্যবহার অত্যন্ত বেশী দেখা যায়। জোরে আওয়াজ শোনার জন্য এ্যামপ্লিফায়ার প্রায় ১৫ থেকে ৪০ ওয়াট পর্য্যন্ত হয়ে থাকে। কিন্তু একটি ভ্যালভ ব্যবহার করে এত শক্তির আউট-পুট পাওয়া সম্ভব নয়। তাই এই পুস্-পুল্ সার্কিটের সৃষ্টি।

১৯২ নং চিত্রে একটি পুস্-পুল্ সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। কার্য্যকারিতার দিক দিয়ে বিচার করে অনেকে এই সার্কিটের অপর নাম রেখেছে ফুল-ওয়েভ এ্যামপ্লিফায়ার

সার্কিট"। এ্যামপ্লিফিকেশন সম্বন্ধে এখানে বিশেষ আলোচনা করব না। কারণ, প্রথম খণ্ডে এ সম্বন্ধে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে। পুস্-পুল এ্যামপ্লিফায়ার সার্কিটে মোটামুটি ভাবে দুটি একই ধর্ম্ম বিশিষ্ট টিউব ব্যবহার করা হয়। সিগন্যাল ইন-পুট ও আউট-পুটের কাজে সেণ্টার ট্যাপ-যুক্ত ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা হয়। ১৯২ নং চিত্রে তা দেখান হয়েছে। অবশ্য এর ব্যতিক্রমও অনেক সার্কিটে দেখা

১৯২ নং চিত্র

যায়। যদিও সেই সকল সার্কিটকে সম্পূর্ণরূপে পুস্-পুল্ সার্কিট নামে অভিহিত করা যায় না। তাদের নাম বিভিন্ন—এ সম্বন্ধে পরে আলোচনা করব।

এই সার্কিট ব্যবহারের সুবিধা অসুবিধার দিক দিয়ে বলতে গেলে বলা যায় যে, একটি টিউবের আউট-পুটকে দ্বিগুণ করলে যে ফল পাওয়া যায়, এই পুস্-পুল্ সার্কিট থেকে তার চেয়ে ভালই আউট-পুট পাওয়া যায়। এ-সি রিসিভারে কোন

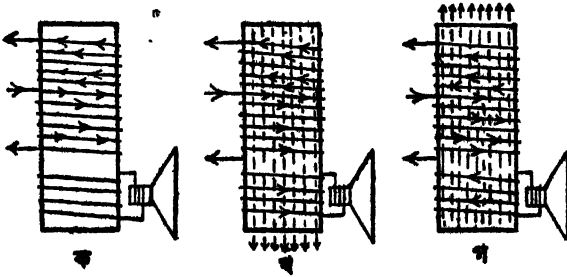
হামও এই সার্কিটে দেখা দেয় না। আর কম খরচে বেশী শক্তির আউট-পুট পাওয়া যায়।

কার্য্য প্রণালীর দিক দিয়েও পুস্-পুল সার্কিট বিশেষ অসুবিধার সৃষ্টি করে না। ইন-পুট্ ট্রান্সফরমারে যখন কোন সিগন্যাল থাকে না, তখন দু'টি টিউবের কণ্ট্রোল গ্রিডের ভোল্টেজ সমান থাকে। ফলে ঐ দু'টি টিউবের প্লেট কারেণ্টও সমান থাকে। প্র্যাকটিক্যাল কাজের সময় এইদিকে বিশেষভাবে লক্ষ্য রাখা প্রয়োজন।

ধরা যাক্, এখন ঐ ইন-পুট্-ট্রান্সফরমারের প্রাইমারীতে সিগন্যাল ভোল্টেজ এসে উপস্থিত হল। সেই সিগন্যাল ভোল্টেজ ট্রান্সফরমারের সেকেণ্ডারীতে ইনডিউসড্ হয়ে উপরের টিউবের গ্রিডকে পজিটিভধর্ম্মী করে তুলবে। ১৯২ নং চিত্রে তা দেখান হয়েছে। সুতরাং ঐ সময়ে অপর প্রান্তের টিউবটি কোন সিগন্যাল ভোল্টেজ না পাওয়ায় পজিটিভধর্ম্মী হতে পারে না। অর্থাৎ নেগেটিভ থেকে যাবে। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে কোন টিউবের গ্রিডই ক্যাথোডের তুলনায় পজিটিভধর্ম্মী হয়ে ওঠেনি। কারণ এখানে 'সি' ভোল্টেজের শক্তি এত যে তা সহজেই সিগন্যালের ভ্যালুমকে অতিক্রম (Exceed) করে যেতে পারে।

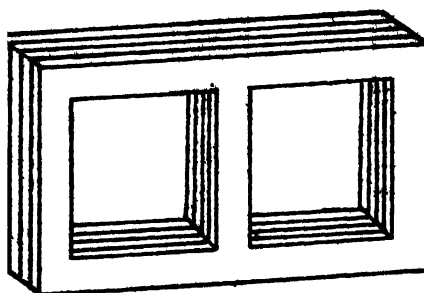
যা হোক উপরের টিউবটির কণ্ট্রোল গ্রিড পজিটিভ হওয়ায় তার প্লেট কারেণ্ট অত্যন্ত শক্তিশালী হবে। এই সময়ে নীচের টিউবটির গ্রিড পূর্ব্বাপেক্ষা আরও নেগেটিভধর্ম্মী হয়ে উঠবে। ফলে তার প্লেট কারেণ্টও হবে কম। অর্দ্ধতরঙ্গ পর অর্থাৎ আগত সিগন্যালের অপর অর্দ্ধেক তরঙ্গ যখন ট্রান্সফরমারের সেকেণ্ডারীতে এসে উপস্থিত হবে, তখন উপরের টিউবটির গ্রিড উচ্চ মাত্রার নেগেটিভধর্ম্মী হয়ে উঠবে। ফলে তার প্লেট কারেণ্ট প্রায় প্রবাহিত হবে না বললেই হয়। অপর দিকে নীচের টিউবের গ্রিড তখন সামান্য নেগেটিভধর্ম্মী

হতে থাকবে। অর্থাৎ পজিটিভের দিকে যাবে। তাই তার প্লেট কারেন্টও পূর্ব্বাপেক্ষা বৃদ্ধি পাবে। বলতে গেলে সেই কারেন্ট শক্তিশালীই হবে।

সুতরাং এই আলোচনা থেকে বুঝা গেল যে, একটি টিউব যখন তার প্লেট কারেন্টকে "পুস্" করছে অর্থাৎ বৃদ্ধি করে দিচ্ছে, অপর টিউব তখন তার প্লেট কারেন্টকে "পুল্" করছে অর্থাৎ টেনে রাখছে। তাই সমগ্রভাবে এই সার্কিটের নাম হয়েছে **"পুস্-পুল্-এ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট"**।

১৯৩ নং চিত্র

এখন দেখা যাক ইন-পুটে যখন এই অবস্থা আউট-পুটে তখন কি অবস্থার সৃষ্টি হচ্ছে। ১৯৩ নং চিত্রে তিনটি সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। অবশ্য এখানে কয়েলকে একটি আয়রণ রডের উপর জড়ান হয়েছে বলে মনে হচ্ছে, কিন্তু তা নয়। ট্রান্সফরমারের ভিতর এই কোরটি কিরূপ থাকে ১৯৪ নং চিত্রে তা দেখান হয়েছে। ১৯২ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, আউট-পুট ট্রান্সফরমারের প্রাইমারী দুটি অংশে ভাগ করা হয়েছে। এখানেও অর্থাৎ ১৯৩ নং চিত্রেও তাকে দু'টি অংশেই দেখান হয়েছে। অর্থাৎ প্রাইমারী কয়েলে মোট দু'টি অংশ

থাকার জন্য কারেন্ট পরস্পর বিপরীত দিকে প্রবাহিত হচ্ছে। কারেন্ট পরস্পর বিপরীত দিকে প্রবাহিত হওয়ায় তাদের ম্যাগনেটিক ফিল্ডও পরস্পর বিপরীতধর্ম্মী হয়ে উঠছে। ফলে তারা পরস্পর কাটাকাটি করে নষ্ট হয়ে যাচ্ছে।

এখন যখন উপরের টিউবের মধ্যদিয়ে শক্তিশালী প্লেট কারেন্ট প্রবাহিত হচ্ছে, আর নীচের টিউবটির মধ্যদিয়ে কম শক্তির কারেন্ট প্রবাহিত হচ্ছে, তখন আউট-পুট ট্রান্সফরমারের উপরের অংশ দিয়েও ঐ শক্তিশালী কারেন্ট প্রবাহিত হচ্ছে। ফলে সেখানে শক্তিশালী ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সৃষ্টি হচ্ছে। সেই

১৯৪ নং চিত্র

সময়ে নীচের ম্যাগনেটিক ফিল্ডের শক্তি কম হওয়ায় তা উপরের ফিল্ডকে নষ্ট করতে পারে না, বরং একটি রেজাল্‌টেন্ট ম্যাগনেটিক ফিল্ডের সৃষ্টি করে। সেই ফিল্ড সেকেণ্ডারীতেও ইনডিউসড হয়। ফলে ১৯৩ নং চিত্রের 'খ' সার্কিটের তীর চিহ্নিত পথে কারেন্ট প্রবাহিত হয়। ধরা যাক সেই সময়ে "স্পীকারের কোনটি" ভিতর দিকে নড়তে থাকে।

পরবর্ত্তী অর্দ্ধ তরঙ্গ প্রবাহের সময় আউট-পুট ট্রান্সফরমারের নীচের কয়েলের মধ্যদিয়ে শক্তিশালী কারেন্ট প্রবাহিত

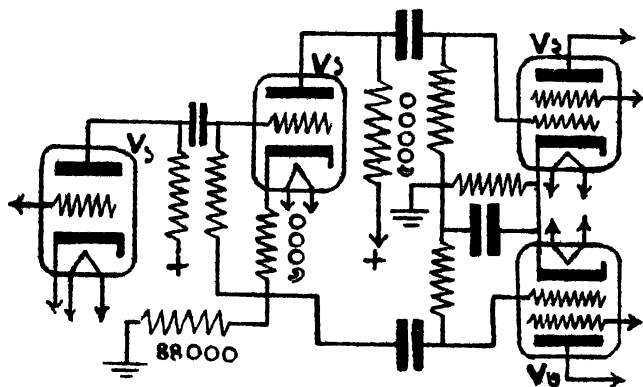
হয়। কিন্তু উপরের অংশের কারেন্টের শক্তি তখন হ্রাস পায়। ফলে পূর্ব্বে যে অবস্থার সৃষ্টি হয়েছিল এবারেও তাই হয় কিন্তু, ঠিক বিপরীত দিকে। ফলে ম্যাগনেটিক ফিল্ডের গতি পরিবর্ত্তিত হয়ে যায়, আর সেকেণ্ডারীতে ইনডিউসড কারেন্ট-প্রবাহ পথও উল্টে যায়। সুতরাং স্পীকারের কোনের কম্পনও পরিবর্ত্তিত হয়। এইভাবে কোনটি কাঁপতে থাকে, আর বায়ুতে শব্দের সৃষ্টি হয়।

পুস্-পুলের কাজে ফেজ ইন্ভার্টার (Phase invertor for push-pull):—পূর্ব্বেই আলোচনা করেছি যে, পুস্-পুল সার্কিটকে ড্রাইভার সার্কিটের সঙ্গে কেবল ট্রান্সফরমার দ্বারাই কাপলিং করা হয় তা নয়। এই কাজে অনেক সময় রেজিষ্ট্যান্সও ব্যবহার করা হয়। তবে রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করলে সেই সার্কিটের নাম আর সম্পূর্ণরূপে পুস্-পুল থাকে না, তার নাম "**ফেজ ইনভার্টার**"-এ পরিবর্ত্তিত হয়। এই সার্কিট মাত্র কিছুদিন আগে আবিষ্কৃত হয়েছে। আর ট্রান্সফরমার কাপলিং সার্কিট অপেক্ষা এই রেজিষ্ট্যান্স কাপলিং সার্কিট অনেক দিক দিয়ে সুবিধাজনক বলে আধুনিক এ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট-এর প্রচলন অধিক দেখা যায়।

সুবিধার দিক দিয়ে বলতে গেলে জায়গা আর মূল্য এর কথাই উল্লেখ করতে হয়। একটি ট্রান্সফরমার যে জায়গা নেবে, একটি রেজিষ্ট্যান্স তা অপেক্ষা অনেক কম জায়গা নেবে। আর যদি একটি ট্রান্সফরমারের মূল্য হয় চার টাকা, তবে একটি রেজিষ্ট্যান্সের মূল্য হবে চার আনা। আবার রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহারের সুবিধা এই যে, তা ট্রান্সফরমার ব্যতিরেকেই প্রায় সকল ও বেশী ফ্রিকোয়েন্সী খুব সুন্দর ভাবে রি-প্রডিউস করে।

যদিও রেজিষ্ট্যান্স ও কনডেন্সার কাপলিং প্রথার উপর

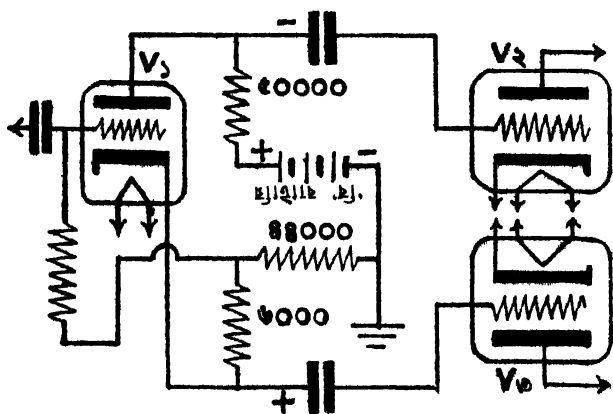
ভিত্তি করেই এই সার্কিট গঠিত তথাপি এর ভিতর লক্ষ্য করার বহু জিনিষই নিহিত আছে। এই সার্কিটের কার্য্য-প্রণালী জানার পূর্ব্বে যে জিনিষটি জেনে রাখা প্রয়োজন, তা হচ্ছে যে পুস্-পুল সার্কিটকে কাজ করাবার জন্য ভ্যালভের কণ্ট্রোল গ্রিডে যে সিগন্যাল দেওয়া হয়, তা পরস্পর বিপরীতধর্ম্মী হওয়া প্রয়োজন। অর্থাৎ একটি টিউবের গ্রিড যখন পজিটিভধর্ম্মী হবে, অপর টিউবের গ্রিড তখন হবে নেগেটিভ। ট্রান্সফরমার কাপলিং পুস্-পুল ষ্টেজে সাধারণতঃ ট্রান্সফরমারের

১৯৫ নং চিত্র

"সেণ্টার ট্যাপ"কে আর্থ করে এই কাজ করা হয়। কিন্তু রেজিষ্ট্যান্স কনডেন্সার ব্যবহার করলে তারজন্য সম্পূর্ণ ভিন্ন প্রকৃতির সার্কিট ব্যবহার করতে হয়। ১৯৫ নং চিত্রে তার একটি উদাহরণ দেওয়া হয়েছে। ভালভাবে চিত্রটি লক্ষ্য করলেই পার্থক্য বুঝা যাবে। এখন পুস্-পুল রূপে কাজ করার জন্য এই সার্কিট দু'টি বিপরীতধর্ম্মী ফেজ-এর সৃষ্টি করছে,

সেহেতু একে বলা হয় "**ইনভার্টেড-ফেজ**" বা "**ফেজ ইনভার্টেড**"।

এখন প্রথম থেকে সার্কিটটি লক্ষ্য করা যাক। এখানে পুস্-পুলের কাজে দু'টি টিউব $V_২$ ও $V_৩$ আর ড্রাইভার হিসাবে একটি টিউব $V_১$ ব্যবহার করা হয়েছে। ড্রাইভার $V_১$ আর $V_২$ এর মধ্যে যে কাপলিং সার্কিট ব্যবহার করা হয়েছে, তা সাধারণভাবে রেজিষ্ট্যান্স ক্যাপাসিটি সার্কিটে ব্যবহার করা হয়ে থাকে। আর পুস্-পুলের ইন-পুট সার্কিটেও কোন নূতনত্ব নাই। কারণ, পূর্ব্বে যেরূপ একটি ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা হয়েছিল, তার জায়গায় দু'টি রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করা হয়েছে। আর তাদের সংযোগ স্থলের মধ্যভাগকে ভূমির সঙ্গে যুক্ত করা হয়েছে। এ প্রশ্নও উঠতে পারে যে, তবে এ সার্কিটের বিশেষত্ব কোথায়? সার্কিট লক্ষ্য করলেই তা বুঝা যাবে। বিশেষত্ব নীচের টিউবের কাপলিং সার্কিটে। অবশ্য কনডেন্সার দ্বারাই কাপলিং করা হয়েছে। কিন্তু তা করা হয়েছে ড্রাইভার ষ্টেজ $V_১$ এর ক্যাথোড থেকে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, $V_১$ এর ক্যাথোড ও চেসিসের মধ্যে দু'টি রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করা হয়েছে। একটি রেজিষ্ট্যান্স ৬০০০ ওম্‌স্ আর অপরটি ৪৪০০০ ওমসের। প্রথমে উল্লিখিত ৬০০০ ওমসের রেজিষ্ট্যান্সটিই এখানে প্রকৃত ক্যাথোড ব্যায়াসের কাজ করছে। কারণ, টিউবের গ্রিড-লিক্ রেজিষ্ট্যান্স, ক্যাথোড ব্যায়াস রেজিষ্ট্যান্সের নীচে যুক্ত আছে। ঐ টিউবের প্লেট সার্কিটে একটি ৫০,০০০ ওমসের রেজিষ্ট্যান্স যুক্ত আছে। এখন কি ভাবে এই সার্কিট কাজ করছে তা বুঝতে হলে, ১৯৬ নং চিত্রকে ভালরূপে বুঝতে হবে। অবশ্য ১৯৬ নং আর ১৯৫ নং দু'টি এক সার্কিট। তবে ১৯৫ নং চিত্রের কার্য্যকারিতাকে ভালরূপে বুঝবার জন্য ১৯৬ নং চিত্র অঙ্কন করা

হয়েছে। আর এখানে একটি পাওয়ার সাপ্লাই যুক্ত করা হয়েছে। এখানে একটি ব্যাটারীকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। তবে প্র্যাকৃটিক্যাল কাজের সময়ে এখানে ডি-সি সাপ্লাইও ব্যবহার করা যায়।

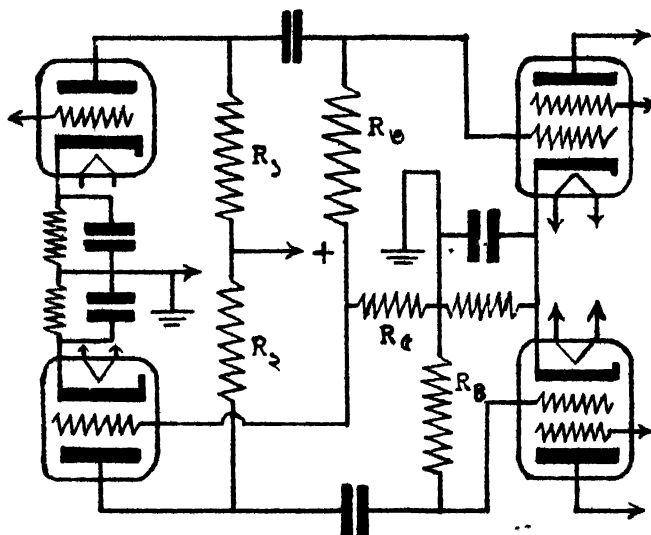
এখন দেখা যাক কি ভাবে চিত্রটি কাজ করছে। যেহেতু ড্রাইভার V_1 কনডেন্সার দ্বারা পূর্ব্ব ষ্টেজের সঙ্গে যুক্ত আছে। সেহেতু যখন পালসেটিং সিগন্যাল ফ্রিকোয়েন্সী ড্রাইভার ষ্টেজের গ্রিডে এসে উপস্থিত হবে, তখন টিউবের মধ্যদিয়ে কারেন্ট

১৯৬ নং চিত্র

প্রবাহিত হবে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে ব্যাটারীর নেগেটিভ দিক আর্থ করা আছে। সুতরাং একটি সময় আসবে যখন ক্যাথোড চেসিস বা আর্থের তুলনায় পজিটিভধর্ম্মী হবে। তখন ড্রাইভার V_1 এর প্লেট হবে নেগেটিভ। চিত্রে তা দেখান হয়েছে। এখানে একটি কথা বিশেষভাবে মনে রাখা প্রয়োজন যে, পূর্ব্বে উল্লেখ করা হল ক্যাথোড হবে পজিটিভ আর প্লেট হবে নেগেটিভ। এই যে পোলারিটির

পার্থক্য এ পার্থক্য, ধরা হয়েছে **আর্থ বা গ্রাউণ্ডের তুলনায়** (With reference to ground)। অর্থাৎ ঠিক মত বলতে গেলে বলতে হয় যে, কারেন্ট পাওয়ার সাপ্লাই থেকে প্লেটে প্রবাহিত হয়, তবে নিশ্চয়ই পাওয়ার সাপ্লাইয়ের তুলনায় প্লেট হবে নেগেটিভ। আর যেহেতু ঐ পাওয়ার সাপ্লাই-এর নেগেটিভ দিক ভূমির সঙ্গে যুক্ত করা আছে, সেহেতু সেখানে **পাওয়ার সাপ্লাই-এর তুলনায় নেগেটিভের অর্থ হবে ভূমির তুলনায় নেগেটিভ।** ঠিক এইরূপে যখন কারেন্ট ক্যাথোড থেকে পাওয়ার সাপ্লাইয়ের নেগেটিভে ফিরে আসবে—তখন ক্যাথোড পাওয়ার সাপ্লাইয়ের তুলনায় হবে পজিটিভ।

এই সম্পূর্ণ অংশটি ভালরূপে মনে রাখলে বা বুঝতে পারলে ফেজ-ইনভার্টারের কাজও বুঝতে কোন অসুবিধা হবে না। এখন রেজিষ্ট্যান্স সম্বন্ধে দেখা যাক। লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, প্লেটে ৫০,০০০ ওমসের একটি রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করা হয়েছে। আর ক্যাথোডে ৬০০০ ওমস ও ৪৪০০০ ওমসের দু'টি রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করা হলেও তাদের মোট রেজিষ্ট্যান্স হচ্ছে ৫০,০০০ যা প্লেটে ব্যবহৃত রেজিষ্ট্যান্সের সঙ্গে সমান। এই ভাবে পুস্-পুলে ব্যবহৃত দু'টি টিউবের গ্রিডেই বিপরীত ফেজ-এর সমান ভোল্টেজ সরবরাহ করা হয়েছে।

এখানে একটি কথা বলে রাখা প্রয়োজন, যা সকল শিক্ষার্থীদের পক্ষে স্মরণ রাখা অবশ্য কর্তব্য। এতক্ষণ ১৯৫ নং ও ১৯৬ নং চিত্র সম্বন্ধে যা আলোচনা করা হল, সেখানে বলা হল যে, ৬০০০ ওমসের রেজিষ্ট্যান্সটি এখানে ক্যাথোড ব্যায়াসের কাজ করছে, পক্ষান্তরে যা V_1 এর গ্রিডকে নেগেটিভ ভোল্টেজ সরবরাহ করছে। এখানে লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, ঐ রেজিষ্ট্যান্সের অ্যাক্রশে প্যারালালভাবে কোন কনডেন্সার যুক্ত

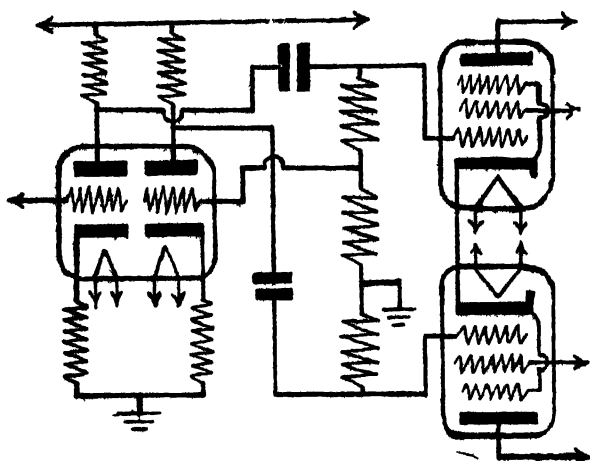
নাই। যদি ক্যাথোড ও চেসিসের মধ্যে ঐ কনডেন্সারটি যুক্ত করা হয়, তবে এই সার্কিটটি সম্পূর্ণ অচল হয়ে যাবে। যতক্ষণ $V_১$ এর ক্যাথোড থেকে $V_৩$ এর গ্রিডকে কাপলিং করা হবে, ততক্ষণ ক্যাথোড ও চেসিসের মধ্যে কোন কনডেন্সার ব্যবহার করা যাবে না—কারণ এখানে আমরা এ-সি সিগন্যাল নিয়ে কাজ করছি। তাই যদি কনডেন্সার ব্যবহার

১৯৭ নং চিত্র

করি তবে সমস্ত সিগন্যাল ঐ কনডেন্সারের মধ্যদিয়ে চেসিসে চলে গিয়ে আর্থ হয়ে যাবে।

তবে অনেক ড্রাইভার সার্কিটে কনডেন্সার ব্যবহার করতে দেখা যায়—কিন্তু সেখানে এই সার্কিট ব্যবহার করা হয় না—সেখানকার সার্কিট ব্যবস্থা অন্য রকম হয়ে থাকে, এখন সেই সার্কিট সম্বন্ধে আলোচনা করব।

১৯৭ নং চিত্র লক্ষ্য করলে ১৯৬ নং চিত্রের সঙ্গে তার পার্থক্য সহজেই ধরা যাবে। অবশ্য ১৯৬ নং চিত্রে ড্রাইভার হিসাবে কেবল মাত্র একটি টিউব ব্যবহার করা হয়েছে। কিন্তু এই চিত্রে ড্রাইভার হিসাবে দু'টি টিউব ব্যবহার করা হয়েছে। এই ড্রাইভারের কাজে দু'টি ট্রায়োড টিউব ব্যবহার করা হয়েছে। অনেকে এই দু'টি পৃথক ভ্যালভ ব্যবহার না করে, তার স্থলে একটি মাত্র টুইন ট্রায়োড ব্যবহার করে থাকেন, যেমন 6SL7 -এর ফলে সামান্য জায়গার মধ্যে সকল কাজই অনায়াসে সম্পান্ন করা যায়। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, ইন-পুট সিগন্যাল ভোল্টেজকে $V_১$-এর গ্রিডে ও ক্যাথোডের মধ্যে দেওয়া হয়েছে—সাধারণভাবে আমরা যেরূপ করে থাকি। আর $V_১$ এর প্লেট থেকে তার আউট-পুট এ্যামপ্লিফায়েড সিগন্যালকে $V_৩$ এর গ্রিডে দেওয়া হয়েছে। সুতরাং এ পর্য্যন্ত অন্যান্য সার্কিট থেকে এই সার্কিটের কোন পার্থক্য নাই। এখন চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, কাপলিং কনডেন্সারের পর থেকে দু'টি রেজিষ্ট্যান্স যথাক্রমে $R_৩$ ও $R_৫$ $V_২$ এর গ্রিডের সঙ্গে যুক্ত আছে। আর $R_৫$ এর একটি দিক চেসিসে যুক্ত করা আছে। যখন $V_১$-এর আউট-পুট সিগন্যাল কাপলিং কনডেন্সারের মধ্য দিয়ে $V_৩$ এর গ্রিডে যায়, তখন তার কিছু অংশ $R_৩$ এর মধ্য দিয়ে $V_২$-এর গ্রিডে এসে উপস্থিত হয়। আবার $V_২$ এর প্লেট $V_৪$ এর গ্রিডের সঙ্গে কনডেন্সার দ্বারা যুক্ত থাকায় $V_২$ এর গ্রিডে আগত সিগন্যাল এ্যামপ্লিফায়েড হয়ে $V_৪$ এর গ্রিডে এসে উপস্থিত হয়। এখানে রেজিষ্ট্যান্স $R_৩$ ও $R_৫$ মিলিতভাবে $V_৩$ এর গ্রিড ব্যায়াসের কাজ করে এবং রেজিষ্ট্যান্স $R_৪$ $V_৪$ এর গ্রিড ব্যায়াস হিসাবে কাজ করে। এখন দেখা যাক সার্কিটটি কি প্রকারে কাজ করছে।

যখন পজিটিভ সিগন্যাল $V_১$ এর প্লেটে এসে দেখা দেয়

তখন V_2 এর প্লেট কারেণ্ট বৃদ্ধি পায়। ফলে রেজিষ্ট্যান্স R_2 এর অ্যাক্রশে ভোল্টেজ ড্রপও বৃদ্ধি পায়, সুতরাং V_2 এর প্লেটও নেগেটিভ হতে থাকে। এইভাবে V_1 এর প্লেট যখন পজিটিভধর্ম্মী হয়, V_2 এর প্লেট তখন নেগেটিভধর্ম্মী হয়ে উঠে। অর্থাৎ একই সময়ে দু'টি টিউব ঠিক বিপরীতধর্ম্মী হয়ে উঠে। এখানে একটি কথা বলে রাখা প্রয়োজন যে V_3 এর গ্রিড ও চেসিস এবং V_4 এর গ্রিড ও চেসিসের মধ্যে সমান

১৭৮ নং চিত্র

ভোল্টেজ পেতে হলে তাদের রেজিষ্ট্যান্সগুলির মান সমান হওয়া প্রয়োজন। অর্থাৎ R_4 এর মান R_3 ও R_5 এর মিলিত মানের সমান হওয়া প্রয়োজন। আবার R_3 ও R_5 এর মানের অনুপাত এইরূপ হওয়া প্রয়োজন যাতে V_2 এর ভোল্টেজ 'গেন' এর অনুপাতের সমান হয়। সুতরাং এখানে রেজিষ্ট্যান্স R_5 এর মান হবে R_4 ভাগ V_2 এর ভোল্টেজ

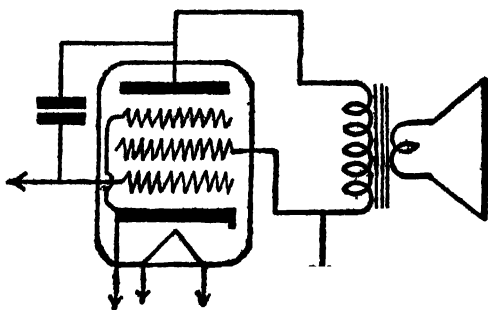
গেল। আর R_3 এর মান হবে R_4 ও R_5 এর বিয়োগ ফল। এইভাবে সার্কিটের সমস্ত অংশের মান এবং কার্য্যকারী ভোল্টেজ সমান হলে, তবে সার্কিটটি ঠিকমত কাজ দেবে। ১৯৮ নং চিত্রে টুইন-ট্রায়োড যুক্ত একটি ফেজ-ইনভার্টার সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এর কার্য্যকারিতা ১৯৭ নং চিত্রের ন্যায়ই হয়ে থাকে তাই এখানে তার আর পুনরুল্লেখ করলাম না।

ফেজ-ইনভার্টার পুস্-পুল ও আউট-পুট ষ্টেজ সম্বন্ধে আলোচনার এইখানেই শেষ। আশাকরি এদের কার্য্যকারিতা সম্বন্ধে মোটামুটি একটা ধারণা গড়ে তুলতে সক্ষম হয়েছি।

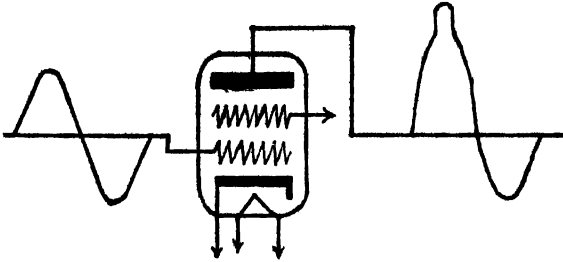
ফিড-ব্যাক—আউট-পুট ষ্টেজের কার্য্যকারিতা ও পুস্-পুল এ্যামপ্লিফিকেশন সম্বন্ধে আলোচনা পূর্ব্বেই শেষ করেছি। কিন্তু আর একটি বিষয় সম্বন্ধে আলোচনা না করলে এই অধ্যায় অসম্পূর্ণ থেকে যায়। অবশ্য এখন যে সার্কিট ও তার বিষয় সম্বন্ধে আলোচনা করব তা সচরাচর সকল রিসিভারে বা এ্যামপ্লিফায়ারে ব্যবহার করা হয় না। সাধারণভাবে যেখানে কোয়ালিটির প্রশ্ন ওঠে সেইখানেই এই সার্কিটের সমাদর বেশী। কিছুকাল পূর্ব্বেও এই প্রথা সমাদর লাভ করতে পারেনি, কারণ, তখন যে সব ভ্যালভ ব্যবহার করা হত তা থেকে উৎকৃষ্ট এফিসিয়েন্সী ও উচ্চতর আউট-পুট পাওয়া যেত না। কিন্তু আধুনিক বিম্ পাওয়ার ভ্যালভ সেই সকল সমস্যার সমাধান করায় কোয়ালিটির প্রশ্নও সেখানে এসে যায়। তাই ইনভার্স ফিড-ব্যাক প্রথা বা নেগেটিভ ফিড-ব্যাক প্রথা ব্যবহারের সেখানে কোন আপত্তিই থাকে না।

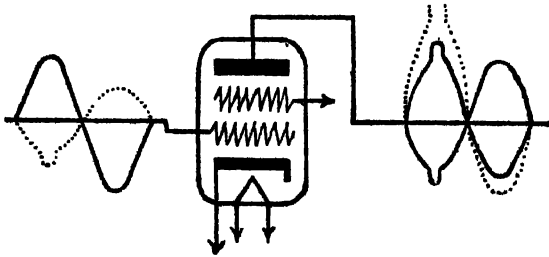
পূর্ব্বেই বলেছি যে, এই প্রথার দ্বারা পাওয়ার এ্যামপ্লি-ফায়ার বা এ-এফ এ্যামপ্লিফায়ারের ডিসটারবেন্স অনেকটা দূর করা যায়। পাওয়ার টিউবে ব্যবহৃত লোড সমস্ত অডিয়েবল

ফ্রিকোয়েন্সীর প্রবাহ পথে সমান ইম্পিডেন্সের সৃষ্টি করতে পারে না; যে সিগন্যাল তার অ্যাক্রশে এসে দেখা দেয়, তার ফ্রিকোয়েন্সী অনুযায়ী উঠানামা করে। আর যে সব সার্কিটে পেণ্টোড বা বিম-পাওয়ার পেণ্টোড ব্যবহার করা হয়, সে ক্ষেত্রে ঐ প্রকারের ডিসটারবেন্স ভয়াবহ আকার ধারণ করে। এখন দেখা যাক কি ভাবে এই সমস্যার সমাধান করা যায়।

কি ভাবে এই সমস্যার সমাধান করা হয়, তা এক কথায় বলতে গেলে বলা যায় যে, যে সিগন্যাল ভোল্টেজ টিউবের

১৯৯ নং চিত্র

প্লেটে এসে উপস্থিত হয়, তার কিছু অংশ ফিড-ব্যাকিং প্রথার দ্বারা কণ্ট্রোল গ্রিডে দেওয়া হয়। সাধারণভাবে গ্রিড ও প্লেটের মধ্যে একটি কনডেন্সার যুক্ত করে এই কাজ করান হয়। ১৯৯ নং চিত্রে তা দেখান হয়েছে। কিন্তু আকারে সামান্য ও বুঝতে সহজ হলেও এই সার্কিট ব্যবহার করা সহজ নয়। কারণ এখানে প্লেট থেকে যে সিগন্যাল ভোল্টেজ গ্রিডে ফিড-ব্যাক করে তার প্রতি লক্ষ্য রাখতে হয়, তা যেন নির্দ্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সীর ও নির্দ্দিষ্ট ফেজের হয়। আর কনডেন্সারটিও

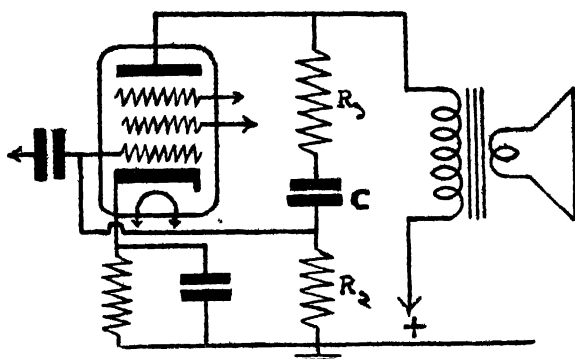
এইরূপ মানের ব্যবহার করতে হবে যে, তা যেন ঠিকমত কাজ করতে পারে। সাধারণভাবে এই কনডেন্সারের মান নির্ভর করে ঐ ষ্টেজের বিভিন্ন স্থানের প্রদত্ত ভোল্টেজ ও স্পীকারের উপর।

২০০ নং চিত্র

এখন দেখা যাক কি ভাবে ফিড-ব্যাক প্রথা ডিসটরশনকে নষ্ট করে। ২00 ও ২০১ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে,

২০১ নং চিত্র

একটি টিউবের গ্রিডে ও প্লেটে দু'টি সাইক্লকে অঙ্কন করা হয়েছে। আর এই সার্কিটে কোন ফিড-ব্যাক প্রথাও ব্যবহার করা হয় নি। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, টিউবের গ্রিডে

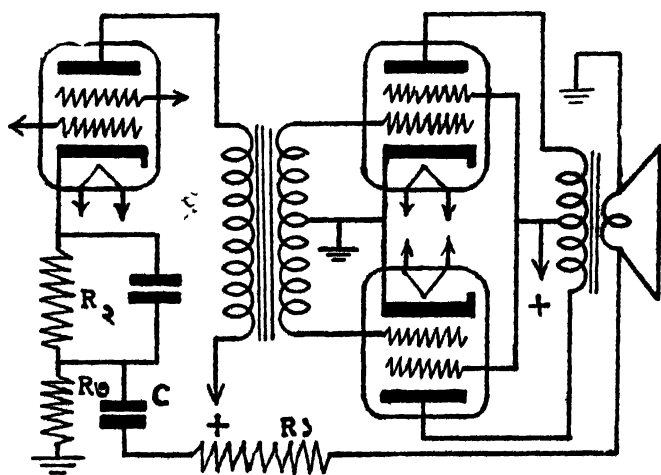
সিগন্যাল দেওয়া হয়েছে। কিন্তু প্লেটে যে এ্যামপ্লিফায়েড সিগন্যাল এসে উপস্থিত হয়েছে তা বেশ ডিসটরটেড। ২০১ নং চিত্রে ফিড-ব্যাক-যুক্ত একটি সার্কিটকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, প্লেট থেকে গ্রিডে যে সিগন্যাল ফিড-ব্যাক করা হয়েছে তা গ্রিডে ব্যবহৃত প্রধান সিগন্যাল ফ্রিকোয়েন্সীর ঠিক বিপরীত ফেজের। এই ফিড-ব্যাকিং সিগন্যাল ফ্রিকোয়েন্সীকে ডটেড লাইন দ্বারা দেখান হয়েছে। যে সিগন্যালকে প্লেট থেকে গ্রিডে ফিড-ব্যাক করা হল তা তার সঙ্গে কিছু ডিসটরশনও বহন করে আনল। চিত্রে ডটেড সাইক্ল দ্বারা দেখান হয়েছে। এখন ঐ ডিসটরটেড ফিড-ব্যাকিং সিগন্যাল পুনরায় গ্রিডের মধ্যদিয়ে এ্যামপ্লিফায়েড হবার চেষ্টা করবে। কিন্তু পূর্ব্বে অর্থাৎ প্রাথমিক ফ্রিকোয়েন্সীর জন্য প্লেটে এ্যামপ্লিফায়েড সিগন্যালে যে ডিসটরশন ছিল এবার অর্থাৎ ফিড-ব্যাকিং সিগন্যালের ডিসটরশন ঠিক তার বিপরীত হবে। কারণ পূর্ব্বে গ্রিডে যে প্রাথমিক সিগন্যাল দেওয়া হয়েছিল, পরে ফিড-ব্যাকিং দ্বারা তার বিপরীত ফেজএর সিগন্যাল তাতে দেওয়া হয়েছে। সুতরাং এই প্রাথমিক এ্যামপ্লিফায়েড সিগন্যাল ও ফিড-ব্যাকিং এ্যামপ্লিফায়েড সিগন্যাল পরস্পর বিপরীতধর্ম্মী হওয়ায় পরস্পরকে নষ্ট করে দেবে। কিন্তু নষ্ট যা হবে তা তো ডিসটরশন আর চিত্রে মোটা লাইন দ্বারা যে সিগন্যাল দেখান হয়েছে তাই হবে। প্লেটে আগত এ্যামপ্লিফায়েড অডিও ফ্রিকোয়েন্সী সিগন্যালের নূতন রূপ। যদিও এই নূতন রূপের মধ্যেও কিছু ডিসটরশন রয়ে গেছে, তথাপি এক্ষেত্রে তা রিসিভারের কোয়ালিটিকে বিশেষ নষ্ট করতে পারবে না। চিত্র লক্ষ্য করলে আরও একটি জিনিষ দেখা যাবে যে, এখানে সিগন্যালের এ্যামপ্লিটিউড কমে গেছে। কিন্তু তাকে আমরা অগ্রাহ্য করতে পারি।

কারণ পূর্ব্বেই বলেছি যে, আমরা উচ্চ আউট-পুট ও উৎকৃষ্ট এফিসিয়েন্সী-যুক্ত টিউব নিয়ে কাজ করছি।

এবার ফিড-ব্যাক প্রথার আর একটি রূপ সম্বন্ধে আলোচনা করা যাক। ২০২ নং চিত্রে একটি পাওয়ার এ্যামপ্লিফায়ার ষ্টেজে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, পাওয়ার ভ্যালভের প্লেট ও চেসিসের মধ্যে দু'টি রেজিষ্ট্যান্স R_1 ও R_2 এবং একটি কনডেন্সারকে সিরিজে যুক্ত

২০২ নং চিত্র

করা হয়েছে। অবশ্য তাদেরকে সাজিয়ে নেওয়া হয়েছে, যেমন প্লেটের দিক থেকে প্রথম রেজিষ্ট্যান্স R_1 পরে একটি কনডেন্সার তারপর রেজিষ্ট্যান্স R_2। চিত্রে আরও একটি লক্ষ্য করার জিনিষ আছে তা হচ্ছে গ্রিড সংযোগ। টিউবের কন্ট্রোল গ্রিডকে সোজা চেসিস করে না দিয়ে রেজিষ্ট্যান্স R_2 এর উপরে যুক্ত করা হয়েছে। সুতরাং এই রেজিষ্ট্যান্স আবার একদিক দিয়ে গ্রিড-ব্যায়াস রেজিষ্ট্যান্স হিসাবে কাজ করছে।

অনেকে এই রেজিষ্ট্যান্সকে আলাদা করে দু'টি রেজিষ্ট্যান্সও ব্যবহার করে থাকেন।

যাহা হউক চিত্র লক্ষ্য করলে বঝা যাবে যে, ঐ রেজিষ্ট্যান্স ও কনডেন্সার দ্বারা একটি ভোল্টেজ ডিভাইডার সার্কিটের সৃষ্টি করা হয়েছে। আমাদের জানা আছে যে, টিউবটি যখন কাজ করবে তখন তার প্লেটে সিগন্যাল এসে দেখা দেবে।

২০৩ নং চিত্র

এখন যেহেতু কন্ট্রোল-গ্রিড রেজিষ্ট্যান্স ও কনডেন্সারের পর যুক্ত আছে সেহেতু কিছু সিগন্যাল ভোল্টেজ ফিড-ব্যাক করে গ্রিডে চলে আসবে। ফলে অতি সহজেই ইচ্ছানুযায়ী ফিড-ব্যাকিং-এর কাজও হবে। এখানে যে কনডেন্সারটি ব্যবহার করা হয়েছে তার কাজ হচ্ছে যাতে প্লেট থেকে ডি-সি কারেন্ট

কন্ট্রোল গ্রিডে না আসতে পারে সেদিকে লক্ষ্য রাখা বা তার প্রবাহ-পথে বাধার সৃষ্টি করা।

এবার ফিড-ব্যাক প্রথার কিছু গভীরে আসা যাক। পূর্ব্বে একই টিউবের প্লেট থেকে সিগন্যালকে কি প্রকারে তার গ্রিডে দেওয়া যায়, সে সম্বন্ধে আলোচনা করেছি। কিন্তু এবার আলোচনা করব কি প্রকারে পুস্-পুল এ্যামপ্লিফায়ারের পাওয়ার ষ্টেজ থেকে এনার্জী ফিড-ব্যাক করে ড্রাইভার ষ্টেজে দেওয়া হয়। ২০৩ নং চিত্রে তা অঙ্কন করা হয়েছে। সিগন্যাল কোন পথে ড্রাইভার ষ্টেজে আসছে তীর দ্বারা তা দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, আউট-পুট ট্রান্সফরমারের সেকেণ্ডারী থেকে সিগন্যাল ভোল্টেজ রেজিষ্ট্যান্স $R_১$ ও কনডেন্সারের মধ্যদিয়ে ড্রাইভার টিউবের ক্যাথোডে গেছে। এখানে সাধারণভাবে রেজিষ্ট্যান্স ও কনডেন্সারের ভ্যালু দেওয়া হয়, যথাক্রমে ২০০ ওমস্ ও ২ μfd। চিত্রে আরও দু'টি রেজিষ্ট্যান্স $R_২$ ও $R_৩$ ব্যবহার করা হয়েছে। অবশ্য $R_৩$ এর ভ্যালু এখানে ৫০ থেকে ৭৫ এর মধ্যে ব্যবহার করা হয়।

এখন এই সার্কিটের কার্য্যকারিতা অনুসারে আউট-পুট ট্রান্সফরমার থেকে যে ভোল্টেজ পূর্ব্ববর্ত্তী টিউবে ফিড-ব্যাক করা হয় তা এ, এফ সিগন্যালের ফ্রিকোয়েন্সী অনুসারে কম বেশী হতে থাকে। লক্ষ্য করে দেখা গেছে যে লো-ফ্রিকোয়েন্সীতে ফিড-ব্যাক ভোল্টেজও কম হয়। আর হাই-ফ্রিকোয়েন্সীতে ফিড-ব্যাক ভোল্টেজও বেশী হয়। সুতরাং এই সার্কিট অডিও-ফ্রিকোয়েন্সীর লো-নোট অর্থাৎ কম শক্তির সিগন্যালকে এ্যামপ্লি-ফাই করার চেষ্টা করে। কারণ লো-ফ্রিকোয়েন্সীতে ফিড-ব্যাক ভোল্টেজ কম হওয়ায় তা হাই-ফ্রিকোয়েন্সী অপেক্ষা বেশী এ্যামপ্লিফায়েড হয়।

ফিড-ব্যাক আবার দুই প্রকারের হয়ে থাকে।

১। ভোল্টেজ ফিড-ব্যাক।

২। কারেণ্ট ফিড-ব্যাক।

ভোল্টেজ ফিড-ব্যাক (Voltage Feed back)—যেখানে ফিড-ব্যাক রেজিষ্ট্যান্স (R_1 ও R_2 ২০১ নং চিত্র) এর ভ্যালু লোড-রেজিষ্ট্যান্স অপেক্ষা অনেক বেশী হয়, সেখানে ঐ ফিড-ব্যাক রেজিষ্ট্যান্সের মধ্যদিয়ে অত্যন্ত কম লোড-কারেণ্টই প্রবাহিত হয়। পূর্ব্বেই বলেছি যে, ২০১ নং চিত্রে ব্যবহৃত রেজিষ্ট্যান্স দু'টি ভোল্টেজ ডিভাইডার সার্কিটের সৃষ্টি করে। সেইজন্য এইরূপ সার্কিটকে বলা হয় "ভোল্টেজ ফিড-ব্যাক সার্কিট"।

কারেণ্ট ফিড-ব্যাক (Current Feed back) যেখানে ফিড-ব্যাক রেজিষ্ট্যান্সের ভ্যালু লোড-রেজিষ্ট্যান্স অপেক্ষা কম হয়, সেখানে তার মধ্যদিয়ে বেশী কারেণ্ট প্রবাহিত হয়, তাই তার অ্যাক্রশে ভোল্টেজ ড্রপ খুব কম হয়। সেইজন্য সেই সার্কিটকে বলা হয় "কারেণ্ট ফিড ব্যাক সার্কিট"।

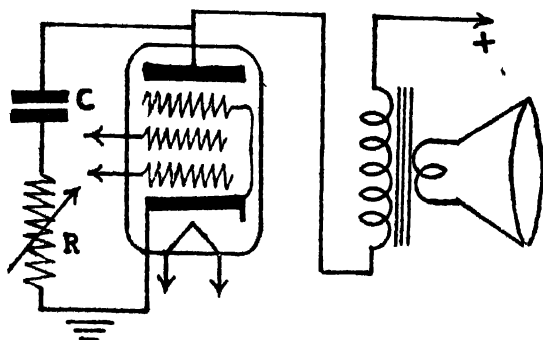
টোন কণ্ট্রোল (Tone Control) এবাব আর একটি গুরুত্বপূর্ণ বিষয় সম্বন্ধে আলোচনা করে আউট-পুট ষ্টেজের আলোচনা শেষ করব। পূর্ব্বে বহু প্রকার কণ্ট্রোল প্রথার সঙ্গে আমাদের পরিচয় হয়েছে। এখন আরও একটি কণ্ট্রোল প্রথার সঙ্গে আমাদের পরিচিত হতে হবে। তা হচ্ছে **"টোন কণ্ট্রোল"**। বেতাব গ্রাহক-যন্ত্রের কাজে অপর সকল সার্কিটের সঙ্গে এই সার্কিটকেও বেতার শিক্ষার্থীদের মনে রাখা প্রয়োজন মনে করি। এই টোন-কণ্ট্রোল প্রথা গ্রাহক-যন্ত্রের শব্দের কোয়ালিটির তারতম্যের জন্য ব্যবহার করা হয়। এক কথায় বলতে গেলে টোন কণ্ট্রোল হচ্ছে এমন একটি প্রথা যার দ্বারা কতকগুলি নির্দ্দিষ্ট অডিও-ফ্রিকোয়েন্সীকে কম ও জোরে

শোনার ব্যবস্থা করা যায়। ফলে ঐ নির্দ্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সী ব্যতীত অপর সকল ফ্রিকোয়েন্সী জোরে শোনা সম্ভব হয়।

ধরা যাক যখন কোন গান বা বাজনা গ্রাহক-যন্ত্রে শোনা হয়, তখন যদি ঐ গ্রাহক-যন্ত্রে টোন-কন্ট্রোল সার্কিট না থাকে, তবে সকল ফ্রিকোয়েন্সীই (ধরা যাক ৫০ থেকে ৫০০০ ভাঃ পার সেঃ) গ্রাহক-যন্ত্রের স্পীকার দ্বারা পুনরায় শব্দে পরিণত হয়। কিন্তু আমাদের জানা আছে যে, কম শক্তির ফ্রিকোয়েন্সী যখন স্পীকারে এসে পৌঁছায় তখন স্পীকারের কোনকে ঠিকমত ভাইব্রেট করার জন্য বেশী শক্তির কারেন্টের প্রয়োজন হয় অর্থাৎ পাওয়ার বেশী লাগে। একটি উদাহরণ দিলে বিষয়টি আরও পরিষ্কার ভাবে বুঝা যাবে। যদি কোন হারমোনিয়াম বা মাউথ-অরগ্যান থেকে লো-টোনের প্রয়োজন হয়, তবে হারমোনিয়ামের বেলায় জোরে বেলো করতে হয়। আর মাউথ-অরগ্যানের বেলায় জোরে ফুঁ দিতে হয়। কিন্তু ঐ যন্ত্রগুলি থেকে যদি হাই-টোনের প্রয়োজন হয়, তবে সেক্ষেত্রে পূর্ব্বের ন্যায় বেলো করার বা ফুঁ দেওয়ার প্রয়োজন হয় না। সুতরাং এক্ষেত্রেও কোন-কন্ট্রোল ব্যবহার না করায় ৫০ থেকে ৫০০০ অর্থাৎ সমগ্র সাউণ্ড ফ্রিকোয়েন্সীটিই গ্রাহক-যন্ত্র দ্বারা টিউন করা হচ্ছে। ফলে যখন হাই-টোনস্ আসে তা সহজেই রিপ্রোডিউসড হয়, আর আওয়াজও জোরে শোনা যায়। কিন্তু লো-টোনসের বেলায় আওয়াজ একেবারে কমে যায়। এইজন্য এমন একটি সার্কিট ব্যবস্থার প্রয়োজন যার দ্বারা হাই-টোনসের কিছুটা নষ্ট করে ফেলা যায়। ফলে লো-টোনসগুলি বেশ স্পষ্ট ও জোরাল হয়ে ওঠে।

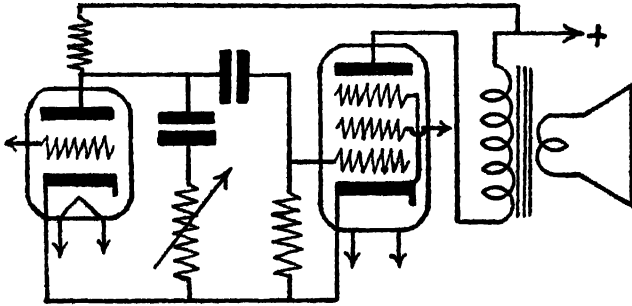
টোন-কন্ট্রোল সার্কিট ব্যবহারের অনেক সুবিধা আছে। তাদের মধ্যে প্রথম ও প্রধান হচ্ছে যে, এই সার্কিট দ্বারা কোন গান বা বাজনার যে কোন অংশকে—তার ফ্রিকোয়েন্সী

লো-ই হোক বা হাই-ই হোক—ইচ্ছানুসারে ফুঁপিয়ে তোলা যায়। কারণ অনেক শ্রোতা খুব সরু আওয়াজ ভালবাসেন, আবার অনেকে মোটা আওয়াজ ভালবাসেন। যখন টোন-কণ্ট্রোল সার্কিট সম্বন্ধে আলোচনা করব, তখন দেখা যাবে যে, একটি ভেরিয়েবল রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করে ইচ্ছানুযায়ী সরু ও মোটা আওয়াজ পাওয়া যায়।

পূর্ব্বেই বলেছি যে, এই টোনা-কণ্ট্রোল সার্কিট দ্বারা ইচ্ছামত ফ্রিকোয়েন্সীকে এ্যামপ্লিফাই করে গান বা বাজনা শোনা যায়। এখন এইভাবে ইচ্ছামত ফ্রিকোয়েন্সীকে এ্যামপ্লি-

২০৪ নং চিত্র

ফাই করতে গিয়ে কতকগুলি অপ্রয়োজনীয় ফ্রিকোয়েন্সীকে নষ্ট করে ফেলতে হয়। কিন্তু আউট পুট ভ্যালভ ও আউট পুট ষ্টেজকে এইরূপভাবে প্রস্তুত করতে হয়, যাতে তার প্লেট লোড সকল ফ্রিকোয়েন্সীতেই সমান হয়। আধুনিক কালে যে সকল মুভিং কয়েল স্পীকার ব্যবহার করা হয় তা ৬০ থেকে ৬,০০০ সাইক্লসে সমান ইম্পিডেন্সের সৃষ্টি করে। কিন্তু তথাপি প্রত্যেক সার্কিটে ঐ ইম্পিডেন্সকে আয়ত্তে রাখার

জন্য কিছু ব্যবস্থা করা প্রয়োজন। সাধারণতঃ যেখানে হাই-ইম্পিডেন্স স্পীকার থাকে সেখানে সিগন্যালের ফ্রিকোয়েন্সীর তারতম্যের সঙ্গে সঙ্গে কয়েলের ইম্পিডেন্সেরও তারতম্যের সম্ভাবনা দেখা দেয়। এই সব ক্ষেত্রে সাধারণভাবে প্লেট লোডের আক্রশে একটি কনডেন্সার ব্যবহার করে, হাইয়ার ফ্রিকোয়েন্সী ও ইম্পিডেন্সকে সমান রাখার চেষ্টা করা হয়।

২০৪ নং চিত্রে একটি টোন-কণ্ট্রোল সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, একটি কনডেন্সার

২০৫ নং চিত্র

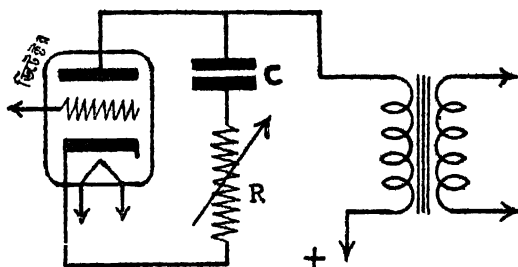
ও একটি ভেরিয়েবল রেজিষ্ট্যান্সকে এই টোন কণ্ট্রোলের কাজে ব্যবহার করা হয়েছে। এখানে যে কনডেন্সারটি ব্যবহার করা হয়েছে তার মান এইরূপভাবে নির্দ্দিষ্ট করা হয়েছে যে, তার হাইয়ার-ফ্রিকোয়েন্সীকে একটি নির্দ্দিষ্ট সীমা পর্য্যন্ত এ্যাটিন্যুয়েট (Attenuate) করতে পারে। আর রেজিষ্ট্যান্সটিকে ঘুরিয়ে এমন ভ্যালুতে আনা হয় যা কনডেন্সারের বাই-পাসিং ক্ষমতাকে নষ্ট করে দেয়। এই সার্কিটকে টোন-কণ্ট্রোল হিসাবে ধরে নিলেও প্র্যাকটিক্যাল কাজে এই সার্কিট ব্যবহার করা যায় না। কারণ, ঐ ভেরিয়েবল রেজিষ্ট্যান্স যে কেবল

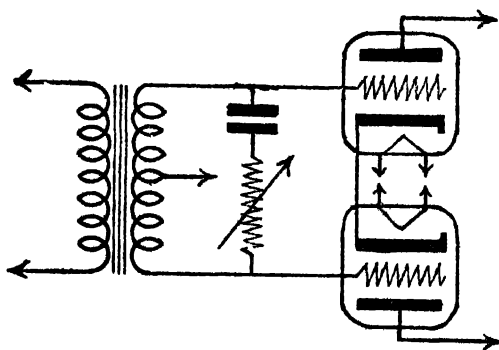
ফ্রিকোয়েন্সীকেই নষ্ট করবে তা নয়, টিউবের মোট প্লেট লোড ইম্পিডেন্সকে এইরূপ অবস্থায় আনবে যার ফলে হারমোনিক্স ডিসটরশন অত্যন্ত বৃদ্ধি পাবে। সুতরাং এখানে ভেরিয়েবল রেজিষ্ট্যান্সের পরিবর্ত্তে একটি ফিক্সড কনডেন্সার ও রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করা হয়। আর টোন-কন্ট্রোল সার্কিটকে তার পূর্ব্বের লো-ফ্রিকোয়েন্সী এ্যামপ্লিফায়ার ষ্টেজে দেওয়া হয়। ২০৫ নং চিত্রে তা অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

টোন-কন্ট্রোল আলোচনা প্রসঙ্গে একটি কথা বলে রাখা প্রয়োজন যে, এই টোন-কন্ট্রোল ফিল্টার সার্কিট ব্যতীত আর কিছুই নয়। এই ফিল্টার সার্কিটকে ইচ্ছা অনুসারে অঙ্কন করে আওয়াজ শোনা যায়।

টোন-কন্ট্রোল হিসাবে বহু সার্কিট প্রচলিত আছে। কিন্তু তাদের মধ্যে অধিকাংশই অত্যন্ত জটিল আর বেতার গ্রাহক-যন্ত্রের কাজে তাদের ব্যবহার বড় একটা দেখা যায় না। আর বেতার গ্রাহক-যন্ত্রে এই টোন-কন্ট্রোল সার্কিটকে তত আমল দেওয়া হয় না। প্রকৃতপক্ষে এ্যামপ্লিফায়ার ও সাউণ্ড ফিল্মের কাজেই এই সার্কিট সম্বন্ধে সতর্কতা অবলম্বন করা হয়। যাহা হউক এখন বেতার গ্রাহক-যন্ত্রে ব্যবহৃত কতকগুলি সার্কিট সম্বন্ধে আলোচনা করব। অবশ্য এগুলি গ্রাহক-যন্ত্রে ব্যবহৃত হলেও এ্যামপ্লিফায়ারের কাজেও এই সার্কিট কাজ দেয়।

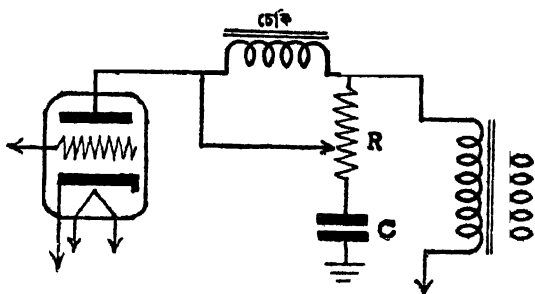
২০৬ নং চিত্রে একটি সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্রে টোন-কন্ট্রোল হিসাবে একটি কনডেন্সার C ও একটি রেজিষ্ট্যান্স R সিরিজে যুক্ত করা আছে, আর যে ষ্টেজে প্লেটের সঙ্গে এই কন্ট্রোল সর্কিট যুক্ত করা হয়েছে তা হচ্ছে ডিটেক্টর সার্কিট। এখানে যে কনডেন্সার ও রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করা হয়েছে তাদের মান যথাক্রমে ·০০২ থেকে ·০২ μfd ও ·৫ মেগ ওমস্ হয়ে থাকে। অবশ্য সাধারণভাবে ·০০২ μfd কনডেন্সারই

ব্যবহৃত হয়। এখানে কনডেন্সারটির কাজ হল হাই-ফ্রিকোয়েন্সীকে সহজে বাইপাস করা। আর রেজিষ্ট্যান্সটির

২০৬ নং চিত্র

কাজ হল কতটা ফ্রিকোয়েন্সীকে বাইপাস করবে তার মান ঠিক করা। রেজিষ্ট্যান্সকে ঘুরিয়ে তার মান যত কম করা হবে,

২০৭ নং চিত্র

ফ্রিকোয়েন্সী তত বেশী বাইপাস করবে। ফলে টোন বা আওয়াজ সঙ্গে সঙ্গে কমে যাবে।

২০৭ নং চিত্রে আর একটি সার্কিট অঙ্কন করা হয়েছে। এখানে একটি পুস্-পুল ষ্টেজকে অঙ্কন করা হয়েছে। অবশ্য টোন-কণ্ট্রোল সার্কিট সমানই আছে। তবে তাকে ইনপুট ট্রান্সফরমারে সেকেণ্ডারী অ্যাক্রশে যুক্ত করা হয়েছে। কিন্তু এই সার্কিটের কাজ ২০৫ নং চিত্রে উল্লিখিত সার্কিটের ন্যায়ই হয়ে থাকে।

এবার একটি নূতন ধরণের সার্কিট সম্বন্ধে আলোচনা করা হবে। ২০৮ নং চিত্রে তাকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, একটি চোক্ ব্যবহার করা

২০৮ নং চিত্র

হয়েছে। আর কনডেন্সারকে আর্থের দিকে অর্থাৎ মধ্যে ব্যবহার করা হয়েছে। সাধারণভাবে এখানে চোকের ভ্যালু ১000 ওম্স্ ও প্রায় ২ হেনরীর হয়ে থাকে। ভেরিয়েবল রেজিষ্ট্যান্সটির মান এখানে প্রায় ৫0 কিঃ ওমস্ এর আর কনডেন্সারটি '0২ μfd থেকে '0৫ μfd পর্য্যন্ত হয়ে থাকে। এই সার্কিট ব্যবহারের সুবিধা হচ্চে যে, পূর্ব্বে যেমন কেবলমাত্র হাই-ফ্রিকোয়েন্সীকে কণ্ট্রোল করা হয়েছিল, এখন কিন্তু হাই ও লো উভয় ফ্রিকোয়েন্সীকেই কণ্ট্রোল করা যাবে।

এখন দেখা যাক কি প্রকারে এই সার্কিট কাজ করছে। যখন পোটেনশিও মিটার বা ভেরিয়েবল রেজিষ্ট্যান্সের মুভেবল অংশকে ঘুরিয়ে চোকের দিকে নিয়ে যাওয়া হয়, তখন চোকের অ্যাক্রশে শাণ্ট্ পথের রেজিষ্ট্যান্স কমে যাবে। আর কনডেন্সারের বাইপাস ক্ষমতাও কমে যাবে। ফলে লো-ফ্রিকোয়েন্সীর এ্যামপ্লিফিকেশন কমে যাবে। আবার যখন রেজিষ্ট্যান্সের মুভেবল অংশকে ঘুরিয়ে কনডেন্সারের দিকে আনা হবে, তখন হাই-ফ্রিকোয়েন্সী বাইপাস করবে। ফলে গ্রাহক-যন্ত্রের আওয়াজ বেশ মোটা হয়ে যাবে। এইভাবে বিভিন্ন প্রকার কন্ট্রোল প্রথার দ্বারা কোন বেতার গ্রাহক-যন্ত্র থেকে নিজের ইচ্ছামত আওয়াজ শুনা সম্ভব হয়।

আউট-পুট ষ্টেজ সম্বন্ধে আলোচনার এইখানেই শেষ। পূর্ব্বে যেরূপ বলেছি যে, এই ষ্টেজই হচ্ছে বেতার গ্রাহক-যন্ত্রের শেষ পর্য্যায় যারপর আর কোন ষ্টেজই থাকে না। এই আউট-পুট ষ্টেজের পরেই সিগন্যাল সোজা লাউড-স্পীকারে চলে যায়। লাউড-স্পীকার সম্বন্ধে প্রথম খণ্ডে বিস্তারিত আলোচনা আছে। তাই এখানে আর তার আলোচনার প্রয়োজন আছে বলে মনে করি না। সুতরাং থিওরিটিক্যাল দিক দিয়ে দেখা গেলে থিওরী অংশ এইখানেই শেষ। এখন যদি কোন আধুনিক সুপার হেটেরোডাইন রেডিও গ্রাহক-যন্ত্রের সার্কিট ডায়গ্রাম লক্ষ্য করা যায়, তবে দেখা যাবে যে, তারমধ্যে যে যে ষ্টেজগুলি পর পর সাজান আছে আমার আলোচনার মধ্যেও তাদেরকে ঠিক সেইভাবে পর পর আলোচনা করেছি যাতে একটির পর আর একটি ষ্টেজকে বুঝতে কোন অসুবিধা না হয়। এর পরেই প্র্যাকটিক্যাল অধ্যায় নিয়ে আলোচনা শুরু করব। কিন্তু তার আগে এই আউট-পুট ষ্টেজ সম্বন্ধে আর দু'চার কথা বলে নেওয়া প্রয়োজন মনে করি।

পূর্ব্বে আলোচনা প্রসঙ্গে বলেছি যে, একটি আউট-পুট ভ্যালভ টেট্রোড অথবা পেণ্টোড হতে পারে। কিন্তু তারা যে ভ্যালভই হোক না কেন যখন তাদেরকে পাওয়ার এ্যামপ্লিফায়ার হিসাবে ব্যবহার করা হবে, তখনই তাদের এফিসিয়েন্সীর প্রশ্ন উঠবে। কোন টিউবের এফিসিয়েন্সী তিনটি অবস্থার দ্বারা নির্ণয় করা হয়।

১। সেনসিটিভিটি।
২। ডিসটরশন লিমিটেশন।
৩। পাওয়ার আউট-পুট।

শেষের এই পাওয়ার আউট-পুটকে স্পীচ-আউট-পুট, এ-সি আউট-পুট অথবা আন্-ডিসটরটেড আউট পুট এইরূপ বিভিন্ন নামে অভিহিত করা হয়। এতক্ষণ যে আলোচনা করলাম এ সম্বন্ধে পূর্ব্বেও উল্লেখ করেছি। তবে কাজের সুবিধার জন্য একে পুনরায় উল্লেখ করলাম। যাহা হউক যখন কোন পাওয়ার আউট-পুট ষ্টেজ উল্লেখ করা হয়, তখন সেই ষ্টেজে ব্যবহৃত টিউবকে কখনই ম্যাকসিমাম পাওয়ার আউট-পুটে কাজ করান হয় না: অর্থাৎ এমন কোন সার্কিট ডিজাইন করা হয় না, যার দ্বারা ঐ টিউবটি ম্যাকসিমাম পাওয়ার আউট-পুট দিতে পারে। কারণ তা যদি করা হয়, অর্থাৎ যদি কোন টিউবকে ম্যাকসিমাম পাওয়ার আউট-পুট দিতে বাধ্য করা হয়, তবে এইরূপ অবস্থায় রিসিভারে যে ডিসটরসন দেখা দেবে তা রিসিভারের সকল কোয়ালিটিই নষ্ট করে দেবে। সুতরাং আউট-পুট ভ্যালভকে কিছু কম ভ্যালুতে কাজ করাতে হয়। অর্থাৎ সেই ভ্যালভ থেকে কম আউট-পুট নিতে হবে। এই যে "লিমিটেড আউট-পুট" একে বলা হয় আন-ডিসটরটেড আউট-পুট। কিন্তু এইরূপ অবস্থার সৃষ্টি করলেই টিউবের

আউ-টপুট পাওয়ার কমে যাচ্ছে। সুতরাং এইরূপ অবস্থা যাতে সৃষ্টি হতে না পারে, তারজন্য টিউবের এই দু'টি কাজের মধ্যে সামঞ্জস্য বিধান করা প্রয়োজন। অর্থাৎ ঐ টিউবকে এইরূপভাবে কাজ করাতে হবে, যাতে আউট-পুট পাওয়ার বেশী হয়, আর ডিসটরশন কম হয়। এখন দেখা যাক আউট-পুট ষ্টেজে ডিসটরশন কি জন্য দেখা যায়।

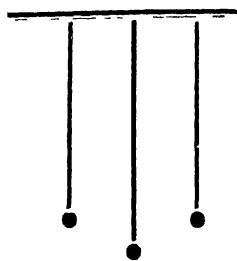
সাধারণতঃ এই আউট-পুট ষ্টেজে যে টিউব ব্যবহার করা হয়, তা একপ্রকার হারমোনিক্সের সৃষ্টি করে। এই হারমোনিক্সের জন্যই গান-বাজনার নিজস্ব বৈশিষ্ট্য নষ্ট হয়ে যায় বা পরিবর্ত্তিত হয়ে যায়। টিউবের গ্রিড-ভোল্টেজ ও প্লেট কারেণ্ট ক্যার‍্যাকটারিষ্টিকস্ কার্ভের (যাকে আমরা Eg, Ip কার্ভ বলে থাকি) নন্-লিনিয়ারিটির (non-linearity) জন্যই এই হারমোনিক্স দেখা দেয়। এই যে হারমোনিক্স ডিসটরশন একে বলা হয় দ্বিতীয় হারমোনিক্স ডিসটরশন। ধরা যাক কোন ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশন থেকে গান-বাজনার প্রাথমিক ফ্রিকোয়েন্সী ট্রান্সমিট করা হচ্ছে। ধরা যাক্ ফ্রিকোয়েন্সী হচ্ছে সেকেণ্ডে ৩৫৫ সাইক্লস্, আর গ্রাহক-যন্ত্রের আউট-পুট ভ্যালভকে এইরূপ ভাবে ডিজাইন করা হল, যাতে তা এক ওয়াট আউট-পুট দিতে পারে। এখন যদি আউট-পুট ষ্টেজে ডিসটরশন না থাকে, তবে ব্রডকাষ্টিং ষ্টেশন থেকে প্রেরিত শব্দ-তরঙ্গ অর্থাৎ গান বাজনা পূর্ণ মাত্রাতেই এ্যামপ্লিফায়েড হবে। কিন্তু পূর্ব্বে যেরূপ বলেছি যে কোন গ্রাহক-যন্ত্রই "ডিসটরশন লেস" ভাবে প্রস্তুত করা যায় না। অন্ততঃ ৫% ডিসটরশনের জন্য দ্বিতীয় হারমোনিক্স হবে ৭১০ সাইক্লস্। সুতরাং পূর্ব্বে যেরূপ এক ওয়াট আউটপুট পাওয়া সম্ভব হয়েছিল, এক্ষেত্রে তা পাওয়া যাবে না। এক্ষেত্রে আউটপুট হবে ৫০ মিলিওয়াট।

আউটপুট ষ্টেজে ব্যবহৃত টিউব যাতে ম্যাকসিম্যাম

আউটপুট দিতে পারে অথচ ডিসটরশনও হয় কম, তারজন্য অপটিম্যাম (Optimum) ইম্পিডেন্সের প্লেট লোড ব্যবহার করা প্রয়োজন। এই প্লেট লোডকে বলা হয় "অপটিম্যাম লোড"। যখন কোন ষ্টেজ ডিজাইন করা হয়, তখন সেই ষ্টেজে ব্যবহৃত টিউবের ডাটা (Data) অনুযায়ী আসল অপটিম্যাম-লোডের মান নির্ণয় করা হয়। যখন এ্যামপ্লিফায়ার ডিজাইনিং সম্বন্ধে আলোচনা করব, তখন এই অপটিম্যাম-লোড কি ভাবে নির্ণয় করতে হয় তাও দেখাব। এখন অপটিম্যাম-লোড এবং সমগ্রভাবে আউটপুট ষ্টেজ সম্বন্ধে এইটুকুই জেনে রাখলেই যথেষ্ট হবে বলে মনে হয়। এরপর প্র্যাকটিক্যাল অধ্যায় নিয়ে আলোচনা সুরু করব। কিন্তু প্র্যাকটিক্যাল কাজ আরম্ভ করার পূর্ব্বে থিওরী সম্বন্ধে ভালভাবে জ্ঞান না থাকলে প্র্যাকটিক্যাল কাজ বুঝতে অসুবিধা হবে।

Test Questions

1. *What are the main things that express the working condition of a out-put valve ?*
2. *Describe the action of Push-Pull in out-put stage.*
3. *When a Push-Pull circuit is called "Phase Invetor" ? Compare Push-Pull with Phase Invertor.*
4. *Why feed back is necessary in a circuit ? State how it neutrolises distortion.*
5. *Why tone-control circuit is necessary in a circuit ? Des. cribe its action.*

প্র্যাকটিক্যাল শিক্ষা

অষ্টাদশ অধ্যায়

মোটামুটি বিবরণ

পূর্ব্বে বিভিন্ন অধ্যায়ের মাধ্যমে বেতার গ্রাহক-যন্ত্রের বিভিন্ন ষ্টেজকে পৃথক পৃথক ভাবে আলোচনা করা হল। এবার এক এক করে তাদেরই প্র্যাকটিক্যাল সম্বন্ধে মোটামুটি ধারণা গড়ে তুলবার চেষ্টা করব। এই যে প্র্যাকটিক্যাল অধ্যায়ের অবতারণা এ যে কেবল শিক্ষার্থীকে আনন্দ দেবার জন্যই তা নয়—রেডিও গ্রাহক-যন্ত্র সম্বন্ধে জ্ঞান দেবার জন্যই এর সৃষ্টি। প্রকৃতপক্ষে বেতার সম্বন্ধে সম্পূর্ণ জ্ঞান রাখতে গেলে হাতে-নাতে কাজ করাও বিশেষ প্রয়োজন। তাই যাতে এই প্র্যাকটিক্যাল কাজেও মোটামুটি ধারণা গড়ে তোলা যায়, তার জন্য বহুতর পরীক্ষার সাহায্য গ্রহণ করব। এই পরীক্ষায় যে সকল পার্টস ব্যবহার করব—চেষ্টা করব সেই সকল পার্টস দ্বারাই একটি পূর্ণাঙ্গ রেডিও গ্রাহক-যন্ত্র প্রস্তুত করতে। তাই প্রথম খণ্ডে যেরূপ বলেছি এই খণ্ডেও তার পুনরুল্লেখ করছি যে,—তালিকায় যে সকল পার্টসের উল্লেখ করেছি সেগুলি খুব সাবধানের সঙ্গে ব্যবহার করতে হবে। কারণ প্রথম পরীক্ষা ছাড়াও সেগুলিকে পরবর্ত্তী পরীক্ষায় পুনঃ পুনঃ ব্যবহার করতে হবে। আর পূর্ব্বেই বলেছি যে ঐ পার্টসগুলি দিয়েই একটি অথবা দু'টি বেতার গ্রাহক-যন্ত্র প্রস্তুত করবার চেষ্টা করব। তাই পরীক্ষামূলক কাজে যখন এগুলি ব্যবহার করা হবে, তখন পার্টসগুলি সংযুক্ত করার জন্য মুখগুলি পাকিয়ে স্থায়ী ব্যবস্থার

বা কাজের সুবিধার জন্য মুখের তারগুলি কেটে কেটে ছোট না করাই ভাল। কারণ তাতে পরবর্ত্তী কাজের অসুবিধা হবে। কাজে কাজেই পার্টসগুলির যত্ন নিতে হবে, আর যাতে ভালভাবে সংযোগ পায় তারও ব্যবস্থা করতে হবে।

আমার মতে সব চেয়ে ভাল উপায় হচ্ছে সংযোগ-বিন্দু দু'টি ছুরি বা এ্যামাড়ি কাগজ দিয়ে ঘসে পরিষ্কার করে নিয়ে বিন্দু দু'টিকে এমনভাবে সোল্ডার করা উচিত, যাতে প্রত্যেকটি পরীক্ষার শেষে উত্তপ্ত সোল্ডারিং আয়রণটি বিন্দুটিতে ঠেকালেই তাদের সংযোগ ছিন্ন হয়ে যায়। আর কোন পার্ট'স সোল্ডারিং করার সময় বিশেষভাবে লক্ষ্য বাখা প্রয়োজন যে, যাতে সোল্ডারিং খুব সুন্দর হয়। যাতে তা ক্রেজী (creasy) অথবা অত্যধিক সোল্ডার হয়ে না যায়। আর একটি কথা হচ্ছে, যে বিভিন্ন পবীক্ষার তালিকায় যে সকল পার্ট'সগুলির উল্লেখ করা হয়েছে, লক্ষ্য কবলে দেখা যাবে যে তাদেরকে যথাক্রমে $R_১$ $R_২$ $R_৩$ $R_৪$ প্রভৃতি দ্বারা চিহ্নিত করা হয়েছে—তার কারণ পরীক্ষামূলক কাজে যে সকল চিত্রগুলি অঙ্কন কবা হয়েছে তাদেব মধ্যভাগে স্থান না থাকায় প্রতিটি রেজিষ্ট্যান্সেব পৃথক পৃথক পরিমাণকে লিখে দেওয়া সম্ভবপর নয়। তাই এই সাংকেতিক চিহ্নের সাহায্য গ্রহণ কবা হয়েছে।

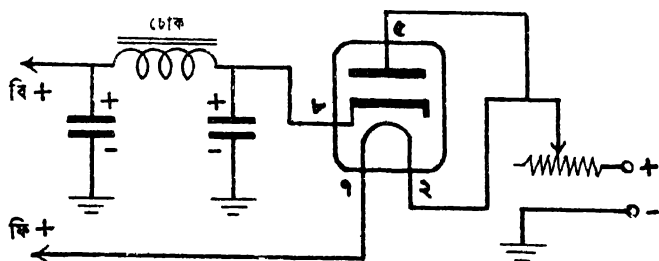
প্রথম খণ্ডে যে সকল পার্টস ব্যবহার করে বিভিন্ন পরীক্ষা কার্য্য চালান হয়েছে, এক্ষেত্রে সেই সকল পার্ট'স দিয়েই কাজ করবার যথাসাধ্য চেষ্টা করব। এখানে একটি কথা বলে রাখা প্রয়োজন মনে করি তা হচ্ছে যে, শিক্ষার্থীরা যখন সুপাব-হেটেরোডাইন রিসিভার প্রস্তুত করতে চলেছেন তখন লোক্যাল গ্রাহক-যন্ত্র সম্বন্ধে যথেষ্ট জ্ঞান তাদের আছে। সুতরাং আমি যে সার্কিট যেভাবে প্রস্তুত করে দিয়েছি বা যে রেজিষ্ট্যান্সকে যে ভাবে অঙ্কন করেছি শিক্ষার্থীরা কাজের সময় একেবারে

হুবহু সেইভাবে সোল্ডার করে যাবেন এমন কোন কথা নাই। প্র্যাকটিক্যাল কাজের সময় মাথা খাটালে এও দেখা যেতে পারে, যে কোন সার্কিটকে একটু অদল-বদল করলে হয়তো ভাল আওয়াজ পাওয়া যায় অথবা কোন তারকে একটু কম বেশী করলে সার্কিটের কার্য্যে অনেক উন্নতি হচ্ছে, তখন শিক্ষার্থীদের চিত্তে যেন তা করতে দ্বিধা না জাগে। আমার মনে হয় প্রত্যেকটি জিনিসকে নাড়াচাড়া করে শিক্ষার্থীদের দেখা উচিত তার ফল কি দাঁড়ায়—তা বলে আমি পার্টসের ভ্যালু বা সার্কিটের কোন পরিবর্ত্তন করতে বলছি না। তথাপি তাও যদি কখন প্রয়োজন হয়ে পড়ে তবে তা করা উচিত। কিন্তু তার পূর্ব্বে কেন বদল করা হবে আর বদল করলেই বা কি লাগাতে হবে, থিওরী পড়ে তা বুঝা অত্যন্ত আবশ্যক।

যদি কোন সার্কিটে কখনও কোন মিটার ব্যবহার করতে হয়, তবে প্রথম খণ্ডে মিটার সম্বন্ধে যা বলা আছে তার প্রত্যেকটি অংশ সম্যক্‌ভাবে অনুসরণ করা প্রয়োজন। আর যদি তা না করে অসতর্ক ভাবে মিটার ব্যবহার করা হয়, তবে সেখানে সেই মিটারটি পুড়ে নষ্ট হয়ে যাওয়ার সম্ভাবনা অত্যন্ত বেশী। মিটার যখন ব্যবহার করা হবে, তখন সে সম্বন্ধে প্রয়োজনীয় নির্দ্দেশাদি দেওয়া হবে।

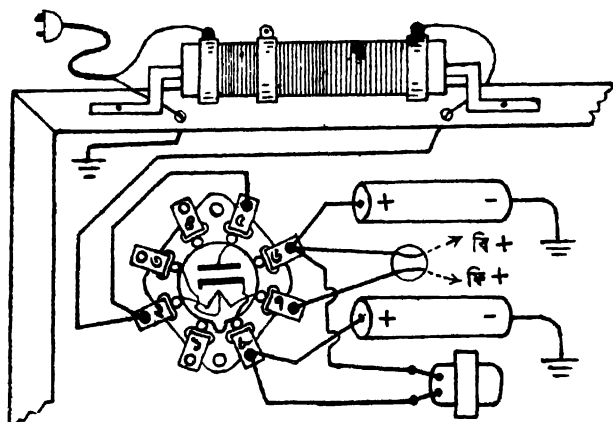
পূর্ব্বে প্রথম খণ্ডে মেন ভোল্টেজ থেকেই পরীক্ষা কার্য্য চালান হয়েছে। কিন্তু যেখানে ইলেকট্রিক নাই সেখানে ঐ পরীক্ষা কার্য্য চালান সম্পূর্ণ অসম্ভব। তাই এই খণ্ডে মেন ভোল্টেজে পরীক্ষা করার সঙ্গে সঙ্গে ব্যাটারী ভোল্টেজ থেকেও পরীক্ষা করার জন্য বিভিন্ন সার্কিট অঙ্কন করে দেখাব। মেন লাইন থেকে যে সকল পরীক্ষা কার্য্য দেখান হবে, সেগুলি ১১০ থেকে ২২০ ভোল্ট পর্য্যন্ত এ-সি বা ডি-সি যে কোন ভোল্টেজ থেকে গ্রহণ করা চলবে। আর ব্যাটারী ভোল্টেজ

এইচ্, টির (H. T.) জন্য ৪৫ ভোল্ট আব এল্, টিব (L. T.) জন্য ১½ ভোল্ট প্রয়োজন।

পূর্ব্বে প্রথম খণ্ডে যে পাওয়ার সাপ্লাই ষ্টেজ অঙ্কন করেছি, এই খণ্ডেব পবীক্ষাগুলিব জন্য তাব প্রয়োজন হবে। আমাব মনে হয় একটি আলাদা চেসিসে পাওয়াব সাপ্লাইকে প্রস্তুত করে বাখাই শ্রেয়, তাতে কাজেব অনেক সুবিধা হবে। নীচে ২০৯ নং চিত্রে পাওয়ার সাপ্লাইয়েব একটি সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হল। এখানে যে পার্টস লাগছে তা হচ্ছে :—

২০৯ নং চিত্র

35Z5-GT টিউব	... ...	১টি
১000 ওমস (·১৫ এ্যাম্পিয়াব) ফিলামেণ্ট রেজিষ্ট্যান্স		১টি
১0 হেনরী ৫0 মিলি এল, এফ্ চোক···		১টি
১৬ মাইক্রোফ্যাবাড ইলেকট্রোলিটিক কনডেন্সার		২টি
মেটাল চেসিস	·· ···	১টি

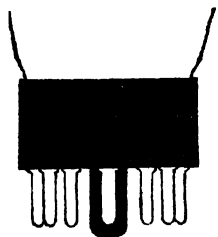
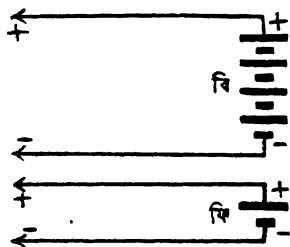
এখানে যে ১৬ মাইক্রোফ্যাবাড কনডেন্সার দু'টি ব্যবহার করা হবে, তা দু'টি আলাদা আলাদা কনডেন্সার না কিনে একটি ক্যান টাইপ (Can Type) ১৬+১৩ μfd কনডেন্সার ৪৫০

ভোল্ট হলেও চলবে। আমার মনে হয় তাতেই কাজের সুবিধা হবে। তবে এই কনডেন্সারটি নিজেদের সুবিধা বুঝে অর্থাৎ চেসিসে জায়গা হবে কিনা দেখে কেনা উচিত। ক্যান টাইপ কনডেন্সারের গায়েই লেখা আছে Red—16 *µfd*, Yellow—16 *µfd* এবং Black-negative (নেগেটিভ) আবার কোথাও বা প্রথম দু'টি থাকে আর কনডেন্সারের বডি (Body) হয় নেগেটিভ। এই সকল ভালরূপে দেখে নিয়ে তবে কাজ আরম্ভ করা উচিত।

২১০ নং চিত্র

অন্যান্য—আটপিন (octal) ভ্যালভ বেস ১টি ৬।৭টি নাট বল্টু আর কিছু ফ্লেক্সিবল তার।

যদি কোন শিক্ষার্থী পাওয়ার সাপ্লাই একটি আলাদা চেসিসে করে রাখতে চান, তবে ২১০ নং চিত্রে যেরূপ প্র্যাকটিক্যাল অঙ্কন করা হয়েছে সেইরূপ করতে পারেন। তবে সেক্ষেত্রে

চিত্রে যেরূপ দেখান হয়েছে সেইরূপ করতে হবে অর্থাৎ বি+ও ফিলামেণ্টের তার বের করে রাখতে হবে। কিন্তু আমার মনে হয় চেসিসে আর একটি টিউব বেস ব্যবহার করে ঐ কানেকশন দু'টিকে পারমানেণ্ট করে রাখা উচিত। এক্ষেত্রে একটি ভ্যালভ বেস ও একটি ভাঙ্গা টিউবের নীচের অংশের প্রয়োজন। ২১১ নং চিত্রে তা অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

২১২ নং চিত্রে ব্যাটারী পাওয়ার সাপ্লাই-এর চিত্র অঙ্কন করা হয়েছে। এবার সুপারহেট রিসিভারের প্রধান অঙ্গ ডিটেক্টর

২১১ নং চিত্র

২১২ নং চিত্র

নিয়ে পরীক্ষা আরম্ভ করব। এই পরীক্ষাগুলিতে যে পার্টস লাগবে তার একটি তালিকা নীচে দেওয়া হল ঃ—

R—৫	মেগ ওমস রেজিষ্ট্যান্স	...	...	১টি
$R_১$—১ ,,	,, ,,	...	...	১টি
$R_২$—·২৫ ,,	,, ,,	...	...	১টি
$R_৩$—৫০ কিলো ,,	,,	...	...	১টি
$R_৪$—২০ ,,	,, ,,	...	...	১টি
$R_৫$—২০ ,,	,, পোটেনশিওমিটার	...	...	১টি

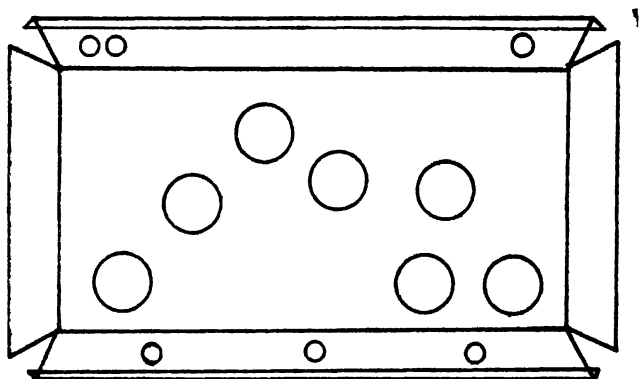
·০০১ মাইক্রোফ্যারাড কনডেন্সার	...	...	১টি
·৫ ,, ,,	...	...	১টি
·১ ,, ,,	...	...	১টি
·০১ ,, ,,	...	...	১টি
১০০ মাইক্রো মাইক্রোফ্যারাড মাইকা কনডেন্সার			৩টি
২·৫ মিলি হেন্‌রী আর-এফ-চোক	...	...	১টি
কয়েল ফরমার	...	...	২টি
৮ পিন টিউব সকেট	...	...	১টি
৫০০ মাইক্রো মাইক্রোফ্যারাড ফেরিয়েবল কনডেন্সার			২টি
৬ পিন টিউব সকেট	...	...	১টি
অন্যান্য :— নব (knob)	...	...	৩টি
গ্রিড ক্লিপ	...	...	১টি
কিছু তার ও নাট বল্টু			

পরীক্ষা—১

ডায়োড ডিটেক্টর

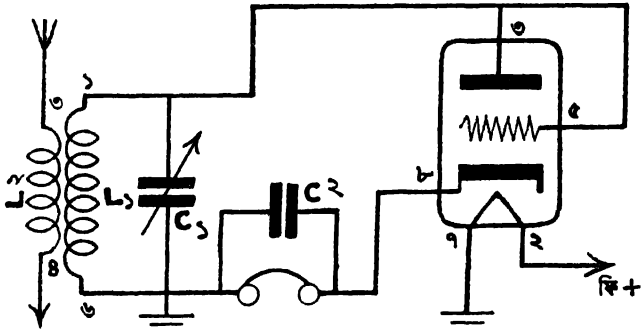
পার্টস—চেসিস. আট পিন ভ্যালভ বেস, ৬ পিন ভ্যালভ বেস, ৫০০ *μμfd* ভেরিয়েবল কনডেন্সার, ১০০ *μμfd* মাইকা কনডেন্সার, কয়েল, হেডফোন, একটি 12J5-GT ও একটি 1H 5GT টিউব প্রয়োজন।

ব্যবহার—২১৩ নং চিত্রে চেসিসের নীচের অংশকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এটি একটি সাত ভ্যালভ রেডিও সেটের

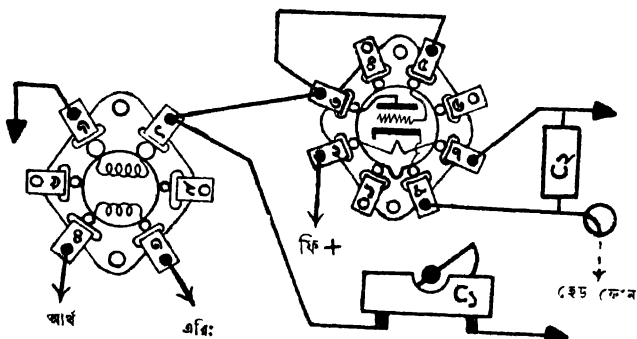
চেসিস। অনেক সময় দেখা গেছে যে হয়তো বাজারে সাত ভ্যালভ চেসিস নাই, সেক্ষেত্রে আট ভ্যালভ নিয়েও কাজ করা চলে। এখন চেসিসের 'ক' অঙ্কিত ছিদ্রে ছয় পিন ভ্যালভ বেসটিকে বসান। চেসিসের নীচের দিক থেকে বেসটি ছিদ্র পথে লাগান এবং নাট-বল্টু দিয়ে বেসটিকে চেসিসের সাথে শক্ত করে লাগিয়ে দিন। দেখবেন যেন বেসটির **key way** মুখটি চেসিসের সামনের দিকে থাকে। আবার আট পিন ভ্যালভ

২১৩ নং চিত্র

বেসটি 'খ' চিহ্নিত ছিদ্রে লাগান আর পূর্ব্বের ন্যায় নাট-বল্টু দিয়ে চেসিসের সঙ্গে শক্ত করে লাগিয়ে দিন। এবার ভেরিয়েবল কনডেন্সারটি চেসিসের সামনের দিকে লাগিয়ে দিন। এখন ২১৪ নং চিত্রে যে সার্কিট দেওয়া হল সেই অনুসারে সংযোগ করে যান। কাজের সুবিধার জন্য ২১৫ নং চিত্রে প্র্যাকটিক্যাল লে-আউটকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

খানিকটা একগাছা তার দিয়ে ২১৫ নং চিত্রের ন্যায় ভ্যালভ বেসের ৩ নং ও ৫ নং পিন সর্ট করে দিন। ৩ নং পিন থেকে

কয়েলের ১ নং পিনে একটি তার যুক্ত করুন। সুবিধা অনুযায়ী কয়েলের ১ নং পিন অথবা ভ্যালভ বেসের ৩ নং পিন থেকে এক গাছা তার দিয়ে ভেরিয়েবল কনডেন্সারের ষ্টেটার যুক্ত করুন এবং রোটরটি চেসিসে সোল্ডার করে দিন। চেষ্টা করবেন কয়েল থেকে বা ভ্যালভ বেসের ৩ নং পিন থেকে যে তার ভেরিয়েবল কনডেন্সারে যুক্ত করা হবে তাকে যতটা ছোট করা যায়। কয়েলের ৬ নং পিন চেসিসে সোল্ডার করে দিন। কনডেন্সার C_2 কে ৮ নং পিন থেকে ৭ নং পিনেও লাগাতে পারেন বা

২১৪ নং চিত্র

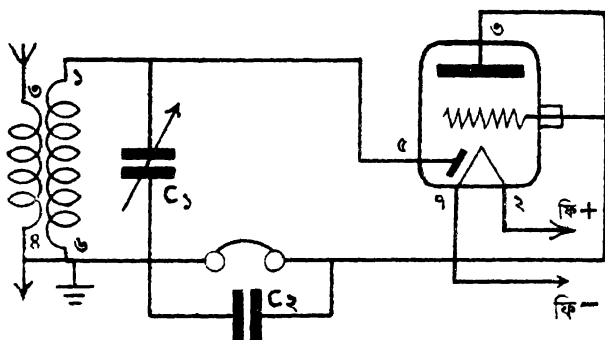
সোজা চেসিসে সোল্ডার করে দিতে পারেন—সেটি নিজেদের সুবিধা অনুসারে করবেন। এখানে C_2 কনডেন্সারের মান ১00 $\mu\mu fd$ মাইকা কনডেন্সার। ২ নং পিনকে পাওয়ার সাপ্লাইয়ের ফিলামেণ্টের সঙ্গে যুক্ত করুন। তবে এখনই মেন সাপ্লাই অন করবেন না। কয়েলের ৩ নং পিনে এরিয়াল যুক্ত করুন আর ৪ নং পিনে আর্থ লাইন যুক্ত করুন। ভ্যালভ বেসের ৮ নং পিনে হেড-ফোনের একপ্রান্ত ও চেসিসে অপর প্রান্ত যুক্ত করুন। তবে আমার মনে হয় হেড-ফোনটি

স্থায়ী (পারমানেণ্ট) ভাবে যুক্ত না করে তার একপ্রান্ত চেসিসে লাগিয়ে আর একপ্রান্ত ৮ নং পিনে বার বার ঠেকিয়ে দেখাই শ্রেয়। মেন লাইন অন করার পূর্ব্বে একবার সার্কিট ডায়গ্রামের সঙ্গে প্র্যাকটিক্যাল সংযোগগুলি ভালভাবে মিলিয়ে নিন আর দেখুন সমস্ত সোল্ডারিং ঠিক আছে কিনা। এবার লাইন অন করুন। এখন ৮ নং পিনে হেড-ফোন যুক্ত করে ভেরিয়েবল কনডেন্সারটি আস্তে আস্তে ঘুরাতে থাকুন! দেখুন কোন সিগন্যাল পাওয়া যায় কিনা।

২১৫ নং চিত্র

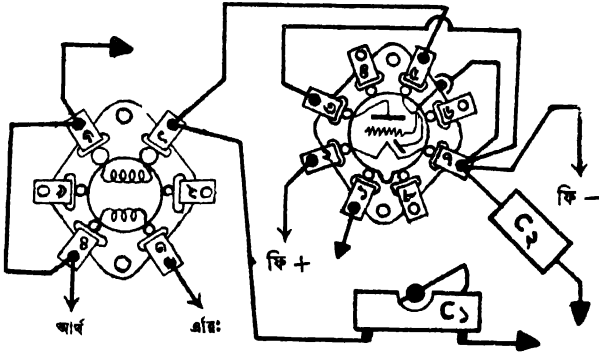
ফলাফল—চিত্র লক্ষ্য করে নিশ্চয় দেখেছেন যে, এখানে কোন এইচ্-টি সাপ্লাই দেওয়া হয়নি। আর ট্রায়োড অংশকে সট করে টিউবটিকে ডায়োডের ন্যায় কাজ করান হচ্ছে। সুতরাং এরিয়াল থেকে যে সিগন্যাল পাওয়া যাচ্ছে, এই ভ্যালভ তাকে রেক্টিফাই করে মাত্র। কিন্তু এই সার্কিট সিগন্যাল এ্যামপ্লিফাই করে না। সুতরাং এরিয়াল থেকে যে শক্তির সিগন্যাল এই সার্কিটে আসছে সেই শক্তির সিগন্যালই হেড-ফোনে দেখা দেবে। সুতরাং অনেক সময় হেড-ফোনে

একটি লোক্যাল ষ্টেশনই পাওয়া যাবে, এক্ষেত্রে এই সার্কিটটি সম্পূর্ণরূপে একটি ডায়োড-ডিটেক্টরের কাজ করছে—যা সিগন্যালকে রেক্টিফাই করার কাজ করে কিন্তু এ্যামপ্লিফাই করে না।

ব্যাটারী

পার্টস—মেন লাইনে পরীক্ষার সময় যে যে পার্ট স্‌গুলি লাগান হয়েছে এবারেও সেইগুলিই প্রয়োজন। আর একটি 1H5 ভ্যালভ প্রয়োজন।

২১৬ নং চিত্র

ব্যবহার—পূর্ব্বের মেন লাইনে ব্যবহৃত প্র্যাকটিক্যালেই কাজ চলবে, কেবল সংযোগ ব্যবস্থা অদল বদল করতে হবে। ২১৬ নং চিত্রে তার সার্কিট ডায়গ্রাম দেওয়া হল। এখন ২১৭ নং চিত্রের ন্যায় সংযোগ করতে আরম্ভ করুন। পূর্ব্বে আট পিন ভ্যালভ বেসের ৫ ও ৩ সর্ট করা ছিল। এখন তা খুলে ফেলুন। এখানে

যে টিউবটি ব্যবহার করা হয়েছে তার গ্রিড উপরে। সুতরাং ৩ নং পিন থেকে একটি তার দ্বারা উপরের গ্রিডে যুক্ত করুন। ভ্যালভ বেসের ১ নং পিনকে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। কারণ দেখুন টিউব ম্যানুয়েলে ১ নং পিনে BC লেখা আছে। এখন ৩ নং ও ৭ নং পিন তার দ্বারা সর্ট করে দিন। ৭ থেকে একটি তার বের করে রাখুন ব্যাটারীর নেগেটিভে যুক্ত করার জন্য ও ২ নং থেকে একটি তার বের করে রাখুন ব্যাটারীর পজিটিভে যুক্ত করার জন্য। ভ্যালভ বেসের ৫ নং পিন থেকে

২১৭ নং চিত্র

একটি তার কয়েল বেসের ১ নং পিনে যুক্ত করুন। কয়েল বেসের ৬ ও ৪ নং পিন তার দ্বারা সর্ট করে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। ভেরিয়েবল কনডেন্সারের ষ্টেটর প্লেটকে কয়েল বেসের ৬ নং এ এবং রোটর প্লেটকে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। ভ্যালভ বেসের ৬ নং পিন থেকে কনডেন্সার $C_২$ কে চেসিসের সঙ্গে সোল্ডার করে দিন। এরিয়াল ও আর্থকে যথাক্রমে কয়েল বেসের ৩ নং ৪ নং এ যুক্ত করুন। এখন সম্পূর্ণ সার্কিটকে থিওরীটিক্যাল সার্কিটের সঙ্গে মিলিয়ে নিয়ে ব্যাটারী সংযোগ

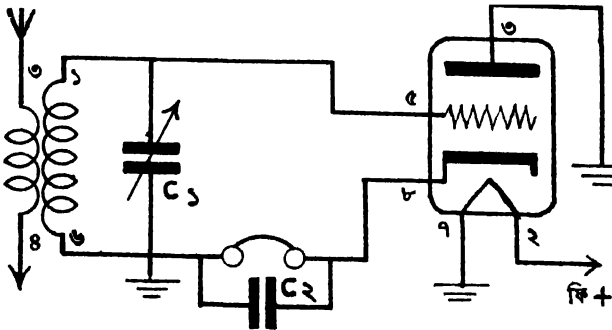
অন করুন এবং পূর্ব্বের ন্যায় হেড-ফোনকে ভ্যালভ বেসের ৭ নং ও চেসিসের সঙ্গে যুক্ত করে ও ভেরিয়েবল কনডেন্সার ঘুরিয়ে দেখুন হেড-ফোনে কোন আওয়াজ হয় কিনা।

ফলাফল—পূর্ব্বে মেন সাপ্লাইএ পরীক্ষা করার সময় যে অবস্থার সৃষ্টি হয়েছিল এখানেও সেইরূপ হবে।

পরীক্ষা—২

ডায়োড—ডিটেক্টর

পার্টস—১ নং পরীক্ষায় ব্যবহৃত পার্টসগুলি।

ব্যবহার—২১৮নং চিত্রে এই পরীক্ষার সার্কিট ডায়গ্রাম অঙ্কন

২১৮ নং চিত্র

করে দেখান হয়েছে। পূর্ব্বে ২১৪ নং চিত্রে যে ভাবে সংযোগগুলি করা হয়েছে এখানেও ঠিক সেই সকল সংযোগগুলিই হবে কেবল পূর্ব্বে ভ্যালভ বেসের ৩ নং পিন ও ৫ নং পিন সর্ট করা ছিল, এখন সেগুলি বিচ্ছিন্ন করে ২১৮ নং চিত্রের ন্যায় ৩ নং পিনকে

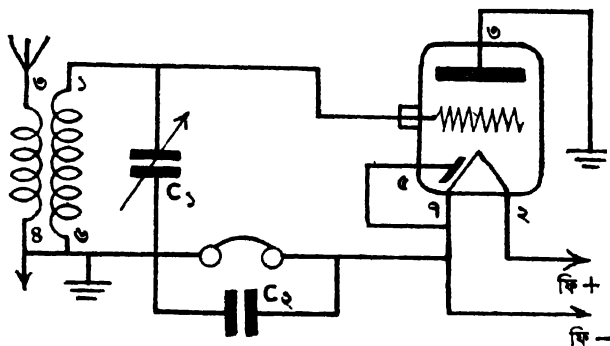
চেসিসে সোল্ডার করে দিন, আর ৫ নং পিনের সঙ্গে কয়েল বেসেব ১ নং পিন সর্ট করে দিন। অপর সকল সংযোগ পূর্ব্বের ২৫১ নং চিত্রের ন্যায়ই থাকবে। এইবার মেন সুইচ অন করার পূর্ব্বে সমগ্র প্র্যাকৃটিক্যাল সংযোগগুলিকে ২১৮ নং চিত্রে অঙ্কিত সার্কিটের সঙ্গে মিলিয়ে নিন।

ফলাফল—সুপারহেটেরোডাইন গ্রাহক-যন্ত্র যখন প্রথম প্রচলন লাভ করে, তখন এইরূপ সার্কিট ব্যবহার করা হত। এখানে টিউবের গ্রিডকে ডায়োড প্লেট হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে। আর প্লেটকে আর্থ কবে দেওয়া হয়েছে, যদিও প্লেটকে আর্থ করে দেওয়া হয়েছে তথাপি এই টিউবটি একটি ডায়োড টিউবের ন্যায়ই কাজ করবে। পূর্ব্বের ১ নং পরীক্ষায় প্লেট গ্রিড সর্ট করে টিউবটিকে ডায়োড-হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছিল। সুতবাং এই পরীক্ষার প্রধান বিষয় হচ্ছে যে, প্লেট ও গ্রিড সর্ট করে ডায়োড হিসাবে ব্যবহার করা আর প্লেটকে আর্থ করে ডায়োড হিসাবে ব্যবহার করার মধ্যে পার্থক্য কি তাই নির্দ্ধারণ কবা। তাই পরীক্ষাটি করার সময় দু'টির কি পার্থক্য হয় তা লিখে বাখা প্রয়োজন।

ব্যাটারী

পার্টস—পূর্ব্বে ১ নং পরীক্ষায় ব্যাটারী সার্কিটে ব্যবহৃত পার্টসগুলি।

ব্যবহার—এক্ষেত্রেও পূর্ব্বের ২১৭ নং চিত্রের ন্যায় সকল সংযোগ থাকবে কেবল ২১৯ নং চিত্রে যেরূপ দেখান হয়েছে ভ্যালভ বেসের ১ নং পিনকে উপরের গ্রিড থেকে বিচ্ছিন্ন করে নিয়ে তাকে চেসিসে সোল্ডার করতে হবে। আর কয়েল বেসের ৬ নং পিনকে গ্রিডেব সঙ্গে যুক্ত করতে হবে। যদি

কয়েলের তারকে সোজা 1H5 টিউবের উপরের গ্রিডে নিয়ে যেতে না পারা যায়, তার ভ্যালভ বেসের ৪ নং পিনকে পোষ্ট হিসাবে ব্যবহার করতে পারেন, কারণ টিউব ম্যানুয়ালে দেখুন ৪ নং পিনে লেখা আছে NC অর্থাৎ সেখানে কোন পিন নাই। আর চিত্রে যেরূপ দেখান হয়েছে ভ্যালভ বেসের ৫ নং পিনকে ৭ নং পিনের সঙ্গে যুক্ত করে দিন। এবার সার্কিটটি ভালরূপে মিলিয়ে নিয়ে ব্যাটারী সংযোগ অন করুন ও ভেরিয়েবল কনডেন্সার ঘুরিয়ে হেড-ফোনে কিরূপ আওয়াজ পাওয়া যায় দেখুন।

২১৯ নং চিত্র

ফলাফল—পূর্ব্বে মেন সেটে যেরূপ অবস্থার সৃষ্টি হয়েছিল এক্ষেত্রেও তাই হবে।

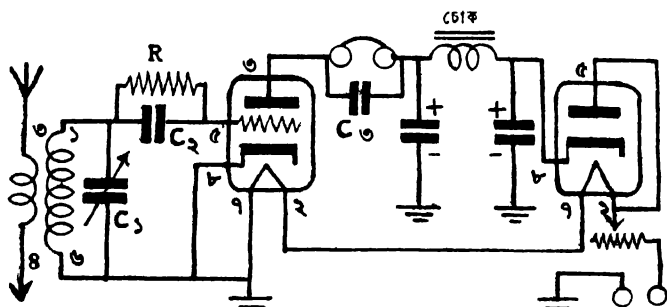
পরীক্ষা—৩

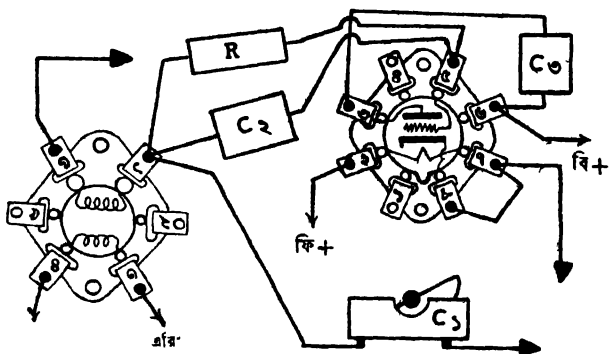
এক ভ্যালভ হেড-ফোন সার্কিট

পার্টস——৫ মেগ ওমস্ রেজিষ্ট্যান্স একটি, ১০০ *μμfd*

মাইকা কনডেন্সার দু'টি ভেরিয়েবল কনডেন্সার, কয়েল, হেড-ফোন ও 12Z5 ভ্যালভ।

ব্যবহার—পূর্ব্বে প্রথম খণ্ডে এক ভ্যালভ গ্রাহক-যন্ত্র নিয়ে পরীক্ষা করেছি, তথাপি আবার এই পরীক্ষা করছি। প্রথম খণ্ডের সার্কিট ও এখানে ২২০ নং চিত্রে অঙ্কিত সার্কিট লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এখানে অঙ্কিত সার্কিট অন্য প্রকারের। এর সঙ্গে প্রথম খণ্ডে অঙ্কিত সার্কিটের কোন মিল নাই। সেইজন্য সার্কিটকে পরীক্ষা করারও প্রয়োজন আছে। ২২১ নং

২২০ নং চিত্র

চিত্রে এই পরীক্ষায় প্র্যাকটিক্যাল ডায়গ্রাম অঙ্কন করা হয়েছে। এই পরীক্ষার কাজ করার পূর্ব্বে ২ নং পরীক্ষায় ব্যবহৃত পার্টসগুলি খুলে ফেলুন এবং সোল্ডারিং আয়রণ দিয়ে ভ্যালভ বেসগুলি পরিষ্কার করে নিন। এখন ২২১ নং চিত্র অনুসারে সংযোগ আরম্ভ করুন। প্রথমে ভ্যালভ বেসের ২ নং পিন থেকে ফিলামেণ্টের জন্য একটি তার যুক্ত করুন। ৩ নং পিন ও ৬ নং পিনের মধ্যে $C_৩$ কনডেন্সারকে যুক্ত করুন আর ঐ ৬ নং পিন থেকে বি+এর জন্য একটি তার সংযুক্ত করে

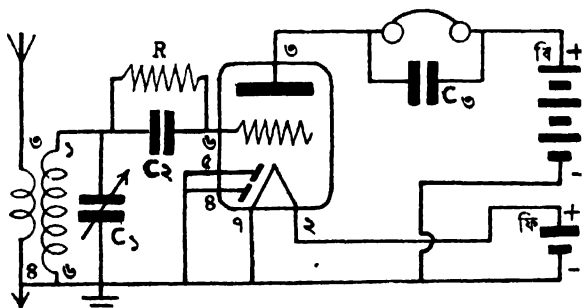
রাখুন। এখানে ৬ নং পিনকে পোষ্ট হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে। আর $C_৩$ কনডেন্সারের মান হচ্ছে ১০০ $\mu\mu fd.$ ৫ নং পিন থেকে একটি ৫ মেগ ওমস্ রেজিষ্ট্যান্স R এবং একটি ১০০ $\mu\mu fd.$ কনডেন্সার $C_২$ কয়েল বেসের ১ নং পিনে যুক্ত করুন। ৭ নং ও ৮ নং পিন সর্ট করে দিয়ে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। কয়েল বেসের ১ নং পিন ও ভেরিয়েবল কনডেন্সার $C_১$ এর ষ্টেটর প্লেটকে একটি তার দ্বারা যুক্ত করুন। ৬ নং পিনকে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। ৩ নং ৪ নং

২২১ নং চিত্র

পিনে যথাক্রমে এরিয়াল ও আর্থ যুক্ত করে দিন। এবার সমগ্র সার্কিটকে ২২১ নং চিত্রের সঙ্গে মিলিয়ে নিয়ে মেন সাপ্লাই অন করুন। হেড-ফোনকে ভ্যালভ বেসের ৩ নং ও ৬ নং পিনে যুক্ত করে ভেরিয়েবল কনডেন্সার ঘুরিয়ে দেখুন কোন সিগন্যাল বা ষ্টেশন পাওয়া যায় কিনা।

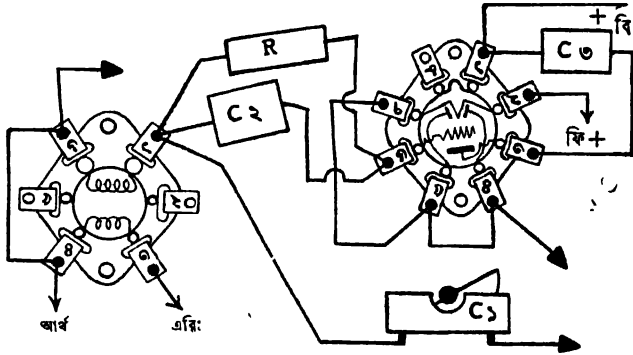
ফলাফল—পূর্ব্বে যে সকল পরীক্ষা করা হল তাদের চেয়ে এই সার্কিট অনেক সেনসিটিভ। এটি একটি গ্রিড-লিক টাইপ-ডিটেক্টর। সাধারণ ভাবে সর্ট ওয়েভ রিসিভারে এই ডিটেক্টর সার্কিট ভাল কাজ দেয়।

ব্যাটারী

পার্টস—মেন সেটে ব্যবহৃত পার্টসগুলি ও একটি 1H6 ভ্যালভ।

ব্যবহার—২২২নং চিত্রে সার্কিট ডায়গ্রাম ও ২২৩ নং চিত্রে তার প্র্যাকটিক্যাল সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। পূর্ব্বে যে সকল প্র্যাকটিক্যাল লে-আউট দেওয়া হয়েছিল এর লে-আউট তাদের থেকে ভিন্ন। ২২৩ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এখানে ভ্যালভ বেসটিকে উল্টোভাবে বসান হয়েছে।

২২২ নং চিত্র

এতে কাজের সুবিধা হবে। ২২৩ নং চিত্রে অঙ্কিত সার্কিট অনুসারে প্রথমে ভ্যালভ বেসের সংযোগগুলি আরম্ভ করুন। ১ নং পিন থেকে কনডেন্সার $C_৩$কে ৩ নং পিনে যুক্ত করুন আর ১ নং পিন থেকে বি+ এর জন্য একটি তার বের করে রাখুন। এখানে ১ নং পিনকে পোষ্ট হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে। ২ নং পিন থেকে ফিলামেণ্টের জন্য একটি তার বের করে রাখুন। ৪ নং, ৫ নং ও ৭ নং পিন সর্ট করে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। ৬ নং পিন থেকে কনডেন্সার $C_২$ ও রেজিষ্ট্যান্স R কে

কয়েল বেসের ১ নং পিনে যুক্ত করুন, আর কয়েল বেসের ১ নং পিনকে একটি তার দ্বারা ভেরিয়েবল কনডেন্সারের ষ্টেটর প্লেটের সঙ্গে সর্ট করে দিন। কনডেন্সারের রোটর প্লেটকে চেসিসের সঙ্গে সোল্ডার করে দিন। কয়েল বেসের ৪ নং ও ৩ নং পিনে যথাক্রমে আর্থ ও এরিয়াল যুক্ত করুন। এই সার্কিটে যে সব কনডেন্সার ও রেজিষ্ট্যান্স ব্যবহার করা হয়েছে তার মান মেন সেটে ব্যবহৃত পার্টসের ন্যায়ই হবে। এবার সার্কিটটি ২২২ নং সার্কিটের সঙ্গে মিলিয়ে নিয়ে ব্যাটারী

২২৩ নং চিত্র

সংযোগ করুন। ভ্যালভ বেসের ৬ নং ও ৩ নং পিনে হেড-ফোন যুক্ত করে ভেরিয়েবল কনডেন্সার ঘুরিয়ে পরীক্ষাটি করুন।

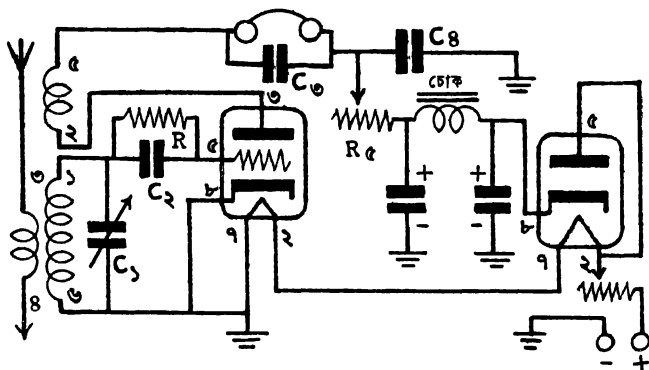
ফলাফল—পূর্ব্বের মেন সেটের ন্যায়ই হবে।

পরীক্ষা—৪

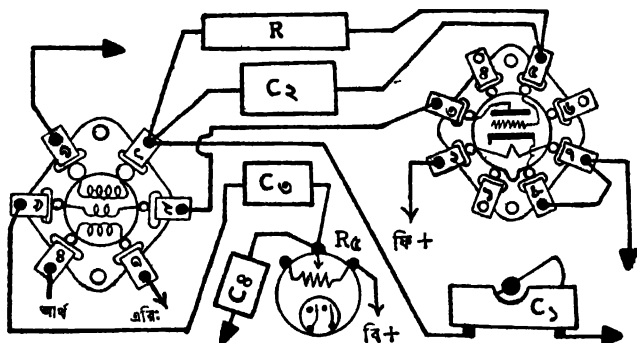
রিসিভারের রিজেনারেশন কণ্ট্রোল

পার্টস—৫০ কিলো ওমস্ ভেরিয়েবল রেজিষ্ট্যান্স $R_৫$,

৫ মেগ ওমস রেজিষ্ট্যান্স R, ১০০ $\mu\mu fd$ বা Pf কনডেন্সার C_2 ও C_3 দু'টি, '১ μfd কনডেন্সার C_8, ভেরিয়েবল কনডেন্সার C_1, কয়েল, হেড-ফোন ও 12J5-GT ভ্যালভ।

ব্যবহার—প্রথম খণ্ডে আপনারা রিজেনারেটিভ রিসিভার নিয়ে কাজ করেছেন। এখানে সেই সার্কিটের রিজেনারেশনকে কিরূপে কণ্ট্রোল করা যায় তা দেখান হয়েছে। ২২৪ নং চিত্রে তাব সার্কিট অঙ্কন কবা হয়েছে। একটি ৫০ কিলো পোটেনশিও-মিটাব ব্যবহার করেই এই কণ্ট্রোল প্রথাকে কাজ কবান হচ্ছে। ২২৫ নং চিত্রে এই পবীক্ষাব প্র্যাকটিক্যাল চিত্রকেও

২২৪ নং চিত্র

অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, পূর্ব্বে ৩ নং পরীক্ষায় মেন সেটের সময় যে সব সংযোগ করেছিলাম এই পরীক্ষা করার সময় মনে হয় সে সকল সংযোগ ব্যবস্থা বজায় রেখেই পরীক্ষা কার্য্য চালান যাবে, কেবল কিছু বদল কবতে হবে। এখানে কেবল সেইগুলিরই উল্লেখ করব। গ্রিড সার্কিট সব ঠিকই থাকবে। চেসিসের সামনের দিকে সুবিধামত একটি ছিদ্রে পোটেনশিও-মিটার R_5কে ভালভাবে

লাগিয়ে দিন। ভ্যালভ বেসের ৩ নং ও ৬ নং পিন থেকে কনডেন্সার C_3 ও বি+এর সংযোগ খুলে ফেলুন। ভ্যালভ বেসের ৩ নং পিন থেকে একটি তার কয়েল বেসের ২ নং পিনে যুক্ত করুন। কয়েল বেসের ৫ নং পিন থেকে কনডেন্সার C_3কে পোটেনশিও-মিটারের মাঝখানের পিনে যুক্ত করুন, এবং ঐ পিন থেকে কনডেন্সার C_4কে চেসিসের সঙ্গে সোল্ডার করে দিন। পোটেনশিও-মিটারের একটি প্রান্তের পিন থেকে বি+ এব জন্য একটি তার যুক্ত করে রাখুন। এবার সম্পূর্ণ

২২৫ নং চিত্র

সার্কিটটিকে ২২৪ নং চিত্রেব সঙ্গে ভালরূপে মিলিয়ে নিন, দেখবেন যেন কোন সংযোগ ভুল বা বাদ না থাকে। সাপ্লাই অন করে টেষ্ট করার সময় হেড-ফোনকে কয়েল বেসের ৫ নং পিন ও পোটেনশিও-মিটারের মাঝখানের পিনে যুক্ত করতে হবে।

ফলাফল—এখানে যে পোটেনশিও-মিটারটি ব্যবহার করা হয়েছে। তাকে কন্ট্রোল করে টিকলার্স কয়েলের রিজেনারে-শনকে ইচ্ছা অনুযায়ী কমবেশী করা যায়। পূর্ব্বে থিওরী আলোচনা প্রসঙ্গে বলেছি যে, রিজেনারেটিভ রিসিভারকে অতি

সহজে একটি ক্ষুদ্র ট্রান্সমিটারে পরিণত করা যায়। কারণ ঐ পোটেনশিও-মিটাব দ্বারা যদি বেশী এনার্জী ফিড ব্যাক করা যায় তবে ঐ সার্কিট একটি অসিলেটর হয়ে উঠবে। আবার এই সার্কিটে পোটেনশিও-মিটার থাকায় তাকে কমবেশী করে ডিটেকশনের কাজ অতি সূক্ষ্মভাবে করা যায়। ফলে সার্কিটটিও বেশ সেনসিটিভ হয়ে উঠে। এই সার্কিটের অপর একটি সুবিধা হচ্ছে যে, এখানে কয়েলেব টার্ণস্ কমবেশী করে পরীক্ষা করার প্রয়োজন হয় না, পোটেনশিও-মিটার দ্বারাই তা কবা যায়।

২২৬ নং চিত্র

ব্যাটারী

পার্টস—পূর্ব্বের মেন সেটে ব্যবহৃত পার্টসগুলি এবং একটি 1H6 ভ্যালভ।

ব্যবহার—২২৬ নং চিত্রে সার্কিট ডায়গ্রাম ও ২২৭ নং চিত্রে প্র্যাকটিক্যাল ডায়গ্রাম দেওয়া হল। পূর্ব্বে ৩ নং পরীক্ষার ব্যাটারী অংশে যে ভাবে বিভিন্ন সংযোগ করা হয়েছিল এবারেও

সেই সকল সংযোগই থাকবে। কেবল ভ্যালভ বেসের ৩ নং পিন থেকে পূর্ব্বের সংযোগ খুলে ফেলতে হবে। তার স্থলে একটি তার দ্বারা ঐ ৩ নং পিনকে কয়েল বেসের ২ নং পিনের সঙ্গে যুক্ত করতে হবে। কয়েল বেসের ৫ নং পিন থেকে কনডেন্সার $C_৩$ পোটেনশিও-মিটারের মাঝখানের পিনে যুক্ত করুন। এই সংযোগ করার পূর্ব্বে পোটেনশিও-মিটারকে চেসিসের সঙ্গে ভালভাবে লাগিয়ে নিন। এখন ঐ পোটেনশিও-

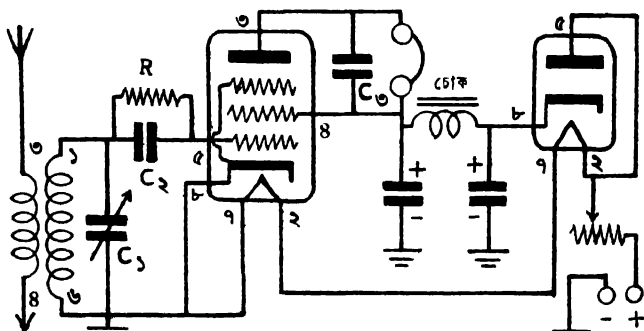
২২৭ নং চিত্র

মিটার $R_৫$ এর মধ্যের পিন থেকে $C_৪$ কনডেন্সারকে চেসিসের সঙ্গে যুক্ত করে দিন। $R_৫$এর যে কোন দিকের শেষের পিন থেকে বি+ লাইন যুক্ত করুন। সেটটি টেষ্ট করার সময় হেড-ফোনকে কয়েল বেসের ৫ নং পিন ও $R_৫$ এর মধ্যের পিনের মধ্যে যুক্ত করতে হবে।

ফলাফল—পূর্ব্বে মেন সেটের সময় যে কথা বলেছি এখানেও ঠিক সেই অবস্থার সৃষ্টি হয়।

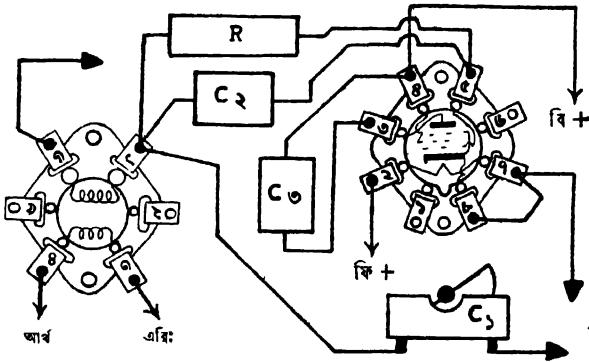
পরীক্ষা—৬

পেণ্টোড-টিউব ডিটেক্টর

পার্টস—৫ মেগ ওমস রেজিষ্ট্যান্স R একটি, ভেরিয়েবল কনডেন্সার $C_১$, ১০০ $\mu\mu fd$ কনডেন্সার $C_২$, কয়েল, হেড-ফোন, 50L6 ভ্যালভ একটি।

২২৮ নং চিত্র

ব্যবহার—২২৮ নং চিত্রে একটি পেণ্টোড টিউবযুক্ত ডিটেক্টর সার্কিটকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এখানে যে টিউব ব্যবহার করা হয়েছে. তা 50L6। রেডিও টিউব ম্যানুয়াল থেকে দেখুন এই টিউবটি হচ্ছে একটি পাওয়ার এ্যামপ্লিফায়ার টিউব। সাধারণ ট্রায়োড. টেট্রোড বা পেণ্টোড টিউব থেকে ডিটেক্টর হিসাবে এই টিউব কি প্রকার কাজ দেয় তা লক্ষ্য করার বিষয়। ২২৯ নং চিত্রে এর প্র্যাকটিক্যাল দেওয়া হয়েছে। কিন্তু প্র্যাকটিক্যালে হাত দিবার পূর্ব্বে পাওয়ার সাপ্লাইতে কিছু পরিবর্ত্তন করা প্রয়োজন। পূর্ব্বে ব্যবহৃত সার্কিট লক্ষ্য

করলে দেখতে পাবেন সেখানে রেক্‌টিফায়ার হিসাবে 35Z5-GT ও ডিটেক্টর হিসাবে 12J5 ব্যবহার করা হয়েছে। সুতরাং সেখানে মোট ভোল্টেজ ছিল ৩৫+১২·৬=৪৭৬ ভোল্ট ও কারেণ্ট ০·১৫ এ্যাম্‌পিয়ার। কিন্তু এখানে মোট ভোল্টেজ হচ্ছে ৩৫+৫০=৮৫ ভোল্ট ও ০·১৫ এ্যাম্পিয়ার। সুতরাং ২২০ ভোল্ট মেন সাপ্লাই থেকে কাজ করতে গেলে L. T. রেজিষ্ট্যান্সকে পুনরায় ঠিক করে নিতে হবে। যেমন—২২০—৮৫=১৩৫ ভোল্ট।

$$R=\frac{E}{I}=\frac{১৩৫}{১৫}\cdot ৯০০ \text{ ওমস্}।$$

২২৯ নং চিত্র

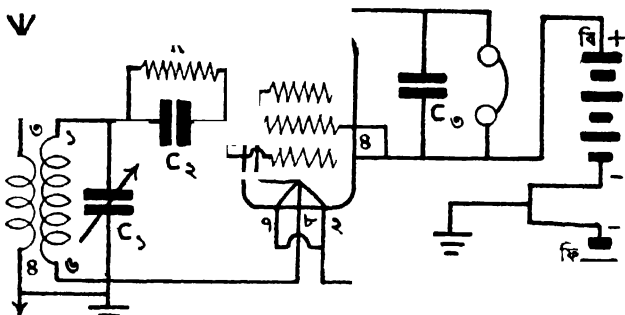
এবার ২২৯ নং চিত্র অনুসারে প্র্যাকটিক্যাল কাজ আরম্ভ করুন। পূর্ব্বের ২২৫ নং চিত্র লক্ষ্য করুন গ্রিড সার্কিট সংযোগ ঠিকই থাকবে। ভ্যালভ বেসের ৭ নং ও ৮ নং পিন যেরূপ সংযুক্ত আছে তাই থাকবে। আর ২ নং পিন থেকে ফিলামেণ্ট সংযোগও ঠিক থাকবে। কেবল ভ্যালভ বেসের ৩ নং ও কয়েল বেসের

২ নং যে তার দ্বারা সর্ট করা আছে তা খুলে ফেলুন। ভ্যালভ বেসের ৩ নং পিন থেকে একটি ০১ কনডেন্সার ৬ নং পিনে লাগান। আর ৬ নং ও ৪ নং পিন তার দ্বারা সর্ট করে দিয়ে তার যে কোন একটি থেকে সুবিধামত বি+এর জন্য তার যুক্ত করে রাখুন। মনে রাখবেন যে টেষ্টিংএর সময় এই ৪ নং বা ৬ নং এবং ৩ নং পিনের মধ্যে হেড-ফোনকে যুক্ত করতে হবে। এবার ২২৫ নং চিত্রের কয়েল বেসের কাছ থেকে পোটেনশিও-মিটারটি খুলে নিলেই কয়েল বেসের ৫ নং পিনের সংযোগও খুলে ফেলতে হবে। এখন সেটকে অন করার পূর্ব্বে ভালরূপে সমস্ত সার্কিট মিলিয়ে নিন।

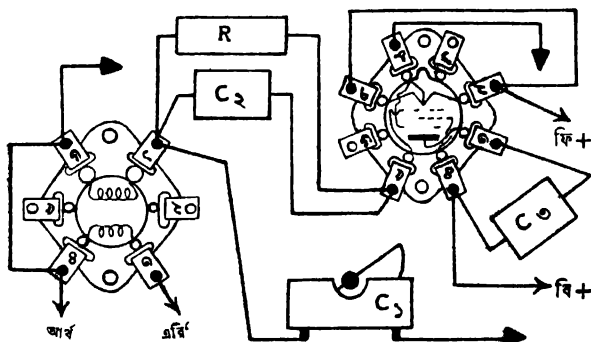
ফলাফল—যেহেতু এই সার্কিটে ব্যবহৃত টিউবটি একটি পেণ্টোড টিউব আর যেহেতু এর এ্যামপ্লিফিকেশন ফ্যাক্টরও বেশী সুতরাং সাধারণ সার্কিট অপেক্ষা এই সার্কিট অনেক বেশী সেনসিটিভ। সুপারহেটেরোডাইন গ্রাহক-যন্ত্রে হাই-সেনসিভিটি যুক্ত ডিটেক্টর সার্কিটের প্রয়োজন। তাই সেখানে পেণ্টোড ব্যবহার করা হয়। অবশ্য কেবল পেণ্টোড বললে ভুল হবে। পেণ্টাগ্রিড টিউবের পেণ্টোড অংশকে ব্যবহার করা হয়। পূর্ব্বেই বলেছি যে, সুপারহেটেরোডাইন গ্রাহক-যন্ত্রের "কনভার্টার ষ্টেজ" হচ্ছে প্রথম ডিটেক্টর, মিক্সার ও অসিলেটর সমন্বয়ে গঠিত। অনেকে অসিলেটরকে আলাদাভাবে ব্যবহার করেন। কিন্তু প্রথম ডিটেক্টর ও মিক্সার একই থাকে। পেণ্টাগ্রিড আলোচনার সময় দেখাব যে, যে সকল ইলেক্ট্রোড নিয়ে ডিটেক্টর সার্কিট প্রস্তুত করা হয় তা প্রায় পেণ্টোড টিউবেরই ন্যায় কাজ দেয়।

ব্যাটারী

পার্টস—মেনস্ রিসিভারে ব্যবহৃত পার্টসগুলি ও একটি 3Q5-GT. ভ্যালভ।

ব্যবহার—২৩০ নং চিত্রে সার্কিট দেওয়া হল। মেন সেটে ব্যবহৃত ভ্যালভের সঙ্গে এই ভ্যালভের পার্থক্য বেশ ভালরূপে লক্ষ্য করবেন। আর ২৩১ নং চিত্রে যে সংযোগ ব্যবস্থা দেওয়া হল তাও বেশ যত্ন সহকারে করবেন। যে কোন সার্কিটে

২৩০ নং চিত্র

3Q5-GT. টিউব ব্যবহার করলেই তার ফিলামেণ্ট সংযোগের প্রতি লক্ষ্য রাখতে হয়। পূর্ব্বে যে পরীক্ষাটি করেছেন এ পরীক্ষায় তার থেকে কিছু পরিবর্ত্তন করতে হবে। পূর্ব্বে কয়েলে যে রিজেনারেটিভ কয়েলটি ছিল এবার সেটি খুলে ফেলতে হবে। পূর্ব্বে ৬ নং পিনে কণ্ট্রোল গ্রিড সংযোগগুলি ছিল, এবার কিন্তু সেগুলি ভ্যালভ বেসের ৫ নং পিনে হবে। সুতরাং ভ্যালভ বেস থেকে সংযোগ ব্যবস্থা পরিবর্ত্তন করতে আরম্ভ করুন। প্রথমে ৬ নং ও ৭ নং পিন সর্ট করে তা থেকে

ফিলামেণ্ট পজিটিভ সরবরাহের জন্য একটি তার বের করে রাখুন। এবার ভ্যালভ বেসের ৩ নং থেকে যে তারটি কয়েল বেসের ২ নং পিনে যুক্ত আছে তা খুলে ফেলুন। আর তার পরিবর্ত্তে ভ্যালভ বেসের ৩ নং পিন থেকে কনডেন্সার $C_৩$কে ৪ নং পিনে লাগিয়ে দিন। ৪ নং পিন থেকে বি + এর জন্য একটি তার বের করে রাখুন। ৫ নং পিনের সংযোগ তো পূর্ব্বেই বলেছি। ৮ নং পিনকে চেসিসের সঙ্গে সোল্ডার করে দিন। এবার আসুন কয়েল বেসে। প্রথমে পোটেনশিও-মিটার

২৩১ নং চিত্র

ও তার সংযোগ সব খুলে ফেলুন। তা হলেই কয়েল বেসের ৫ নং পিনের সব সংযোগ খুলে গেল। তবে পূর্ব্বে যেরূপ ৪ নং ও ৬ নং সর্ট করে চেসিস করা ছিল, আর ৪ নং এ আর্থ ও ৩ নং এ এরিয়াল যুক্ত ছিল এবারেও সব ঠিক থাকবে। পরীক্ষা কার্য্য চালাবার সময় হেড-ফোনকে ভ্যালভ বেসের ৩ নং ও ৪ নং পিনের সঙ্গে যুক্ত করতে হবে।

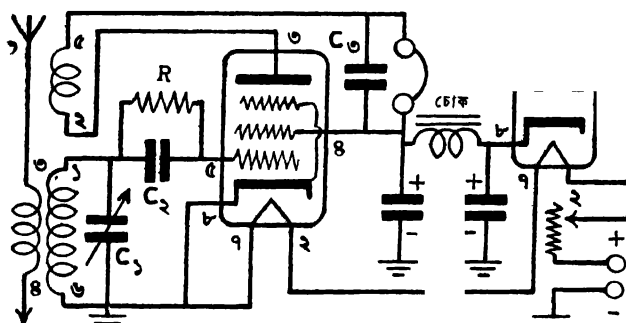
ফলাফল—পূর্ব্বে মেন সেটের বেলায় যে অবস্থার কথা উল্লেখ করেছি এখানে আর তার পুনরুল্লেখ করলাম না। কিন্তু

যারা কেবল ব্যাটারী সেট নিয়ে পরীক্ষা করবেন তারা মেন-সেটের ফলাফলগুলি মনে রাখবার চেষ্টা করবেন।

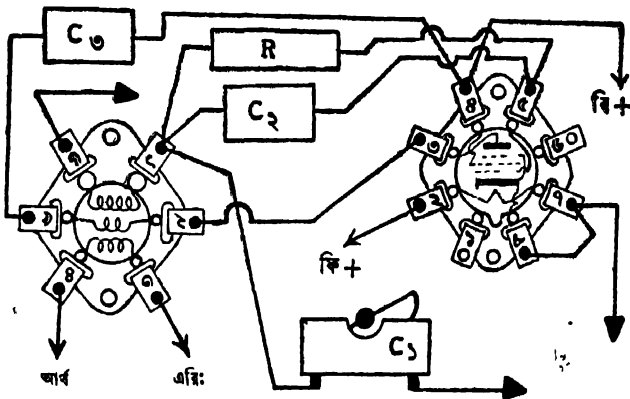
পরীক্ষা—৬

পেণ্টোড রিজেনারেটিভ ডিটেক্টর

পার্টস—পূর্ব্বের ৫ নং পরীক্ষায় ব্যবহৃত পার্টসগুলি।

ব্যবহার—২৩২ নং চিত্রে সার্কিট ও ২৩৩ নং চিত্রে প্র্যাকটি-ক্যাল সংযোগ ব্যবস্থা দেওয়া হল। পূর্ব্বের ৫ নং পরীক্ষা থেকে

২৩২ নং চিত্র

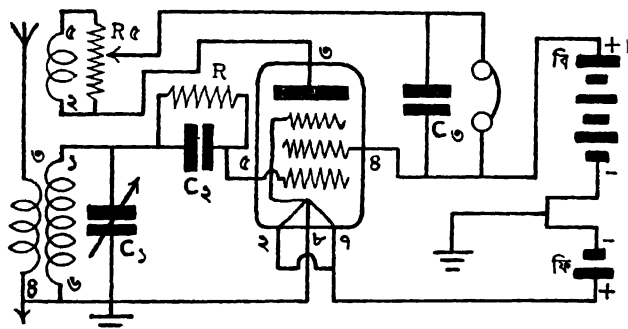
এখানে কেবল রিজেনারেটিভ কয়েলটি যুক্ত হবে। পূর্ব্বে ৫ নং পরীক্ষার বেলায় ২২৯ নং চিত্রে যে সংযোগ ব্যবস্থা দেখান হয়েছে, সেই চিত্রের ভ্যালভ বেসের ৩ নং পিন থেকে C_3 কনডেন্সার-টিকে খুলে ফেলুন ও তার স্থলে একটি তার দ্বারা ভ্যালভ বেসের ৩ নং পিন ও কয়েল বেসের ২ নং পিন সর্ট করে দিন। কয়েল বেসের ৫ নং পিনে C_3কে লাগিয়ে দিন। ২২৯ নং

চিত্রে ভ্যালভ বেসের ৪ নং পিন ও ৬ নং পিনকে সর্ট করে ৬ নং পিন থেকে বি+এর তার যুক্ত করা হয়েছিল কিন্তু এক্ষেত্রে কাজের সুবিধার জন্য ৪ নং পিন থেকে $C_৩$ কনডেন্সারকে কয়েল বেসের ৫ নং পিনে যুক্ত করা হল। আর ৪ নং পিন থেকে বি+এর তার বের করা হল। তবে আপনারা দরকার পড়লে পূর্ব্বের সংযোগ ব্যবস্থাই রাখতে পারেন। সার্কিটটি পরীক্ষা করবার সময় কয়েল বেসের ৫ নং পিন ও ভ্যালভ বেসের ৪ নং পিনের সঙ্গে হেড-ফোন যুক্ত করতে হবে।

২৩৩ নং চিত্র

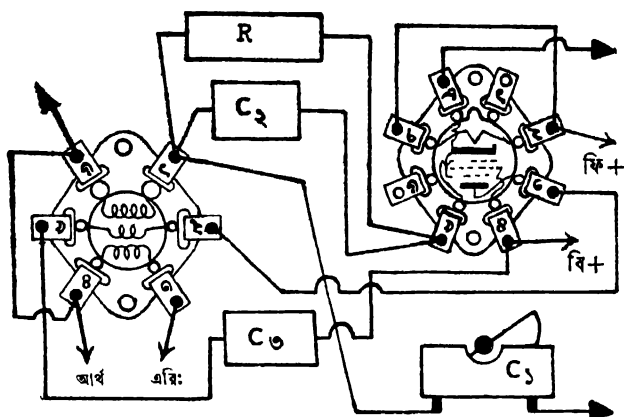
ফলাফল—পূর্ব্বে বলেছি যে, অন্যান্য ডিটেক্টর সার্কিট অপেক্ষা পেন্টোড ডিটেক্টর সার্কিট সকল দিক দিয়েই ভাল কাজ দেয় এবং তার সেনসিটিভিটিও উচ্চ মাত্রার হয়ে থাকে। সুতরাং এক্ষেত্রে রিজেনারেটিভ কয়েল যুক্ত করায় সেই সেন-সিটিভিটি আর সিলেকটিভিটিও বৃদ্ধি পাবে।

ব্যাটারী

পার্টস—পূর্ব্বে মেন সেটে ব্যবহৃত পার্টসগুলি আর পূর্ব্বে ব্যবহৃত 3Q5-GT টিউব।

ব্যবহার—২৩৪ নং চিত্র ও তার প্র্যাকটিক্যাল সার্কিট লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, পূর্ব্বে ৫ নং পরীক্ষার ব্যাটারী অংশে যে সার্কিট দেওয়া হয়েছিল, এক্ষেত্রে তার সঙ্গে কেবল রিজেনারেটিভ কয়েলটি যুক্ত করা হয়েছে। সুতরাং পূর্ব্বের

২৩৪ নং চিত্র

পরীক্ষার সময় যে ভাবে বিভিন্ন পার্টসকে সংযুক্ত করে কাজ করা হয়েছিল, এখানে কেবল তার প্লেট সার্কিটে কিছু পরিবর্ত্তন করতে হবে। ২৩৫ নং চিত্রে তা অঙ্কন করে দেখান হয়েছে—অর্থাৎ পূর্ব্বে সংযুক্ত ভ্যালভ বেসের ৩ নং পিন থেকে কনডেন্সার $C_৩$কে খুলে কয়েল বেসের ৫ নং পিন-এ লাগাতে হবে। আর ভ্যালভ বেসের ৩ নং পিনকে কয়েল বেসের ২ নং পিনের সঙ্গে একটি তার দ্বারা সর্ট করে দিতে হবে।

পরীক্ষার সময় হেড-ফোনকে ভ্যালভ বেসের ৪ নং পিন ও কয়েল বেসের ৫ নং পিনের সঙ্গে যুক্ত করতে হবে।

২৩৫ নং চিত্র

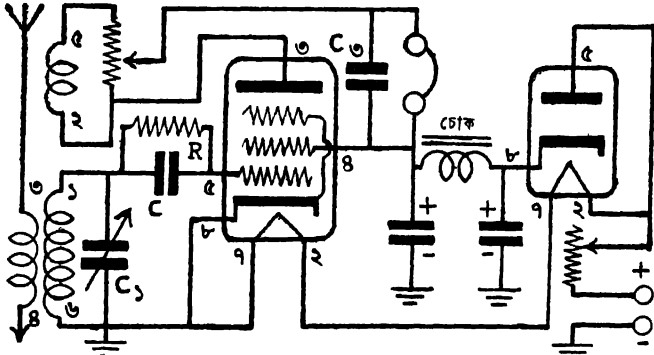
ফলাফল—পূর্ব্বে মেন সেটের সময় যে অবস্থার সৃষ্টি হয়েছিল এখানেও ঠিক তাই হবে।

পরীক্ষা—৭

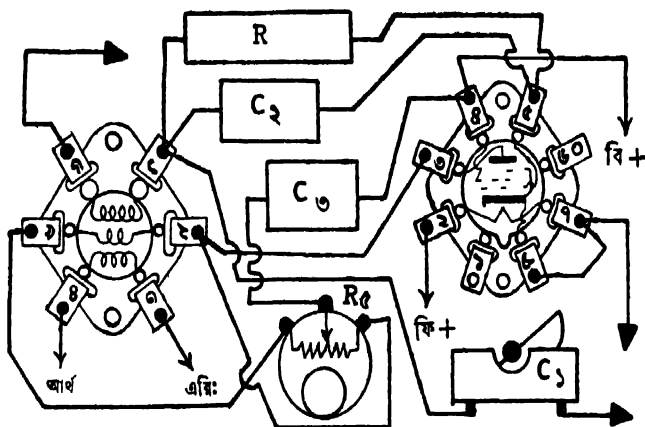
পেণ্টোড রিজেনারেশন কণ্ট্রোল

পার্টস—পূর্ব্বে ৬ নং পরীক্ষায় ব্যবহৃত পার্টসগুলি এবং পূর্ব্বে ব্যবহৃত ৫০ কিলো ওমস $R_৫$ পোটেনশিওমিটারটি।

ব্যবহার—২৩৬ নং চিত্রে রিজেনারেশন কাণ্ট্রোলকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এখানে কিছু নূতনতর সার্কিটের সৃষ্টি করা হয়েছে। পোটেনশিও

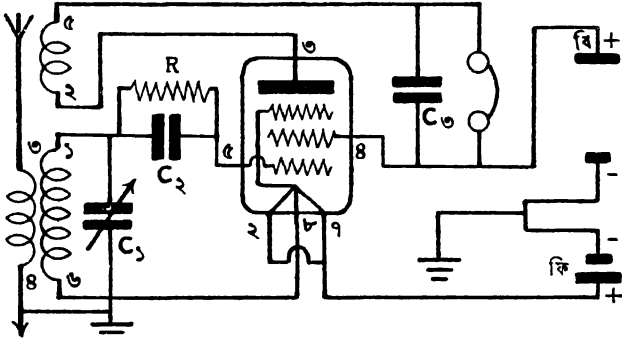
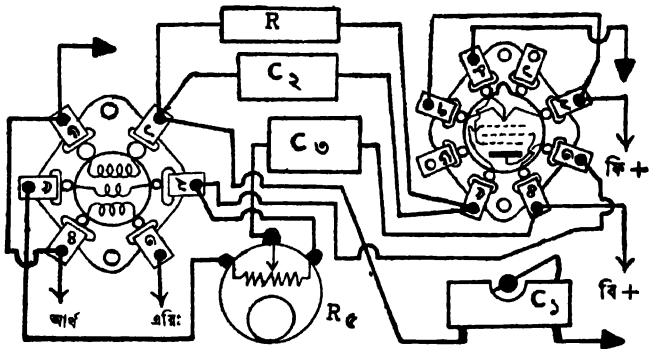
মিটার $R_৫$কে রিজেনারেটিভ কয়েলের সঙ্গে ব্যবহার করা হয়েছে। ২৩৭ নং চিত্রে এর প্র্যাকটিক্যাল সংযোগ ব্যবস্থাকেও দেখান হয়েছে। পূর্ব্বে ৬ নং পরীক্ষায় বিভিন্ন পার্টসগুলিকে যে ভাবে যুক্ত করে কাজ করান হয়েছিল এখানে তার কিছুই পরিবর্ত্তন করা হবে না। তবে চিত্রে অঙ্কিত পোটেনশিও মিটারটিকে পূর্ব্বে ব্যবহৃত সার্কিটের সঙ্গে যুক্ত করে নিতে হবে। ২৩৭ নং চিত্রের ন্যায় প্রথমে পোটেনশিও মিটারটিকে

২৩৬ নং চিত্র

চেসিসের সামনের দিকের কোন ছিদ্রে লাগিয়ে দিন। এবার কয়েল বেসের ২ নং পিন থেকে একটি তার ঐ পোটেনশিও মিটারের এক প্রান্তে যুক্ত করুন এবং ৫ নং পিন থেকে কনডেন্সার $C_৩$কে খুলে ফেলে তাকে পোটেনশিও মিটারের মধ্যের পিনটিতে লাগিয়ে দিন। আর কয়েল বেসের ৫ নং পিন থেকে একটি তার যুক্ত করে, পূর্ব্বে ২ নং পিন থেকে পোটেনশিও মিটারের যে প্রান্তে যুক্ত করেছিলেন, এবার ঠিক তার বিপরীত প্রান্তের পিনে যুক্ত করুন। পরীক্ষা কার্য্য চালাবার সময় হেড-ফোনকে ভ্যালভ বেসের ৪ নং পিন ও

পোটেনশিও মিটারের মধ্যের পিনের সঙ্গে যুক্ত করতে হবে। সব সময় মনে রাখবেন যেন সুইচ অন করার পূর্ব্বে অর্থাৎ সার্কিটে সাপ্লাই ভোল্টেজ সরবরাহ কবার পূর্ব্বে সমগ্র প্র্যাকটিক্যাল সংযোগকে সার্কিট ডায়গ্রামের সঙ্গে মিলিয়ে নিতে হবে।

২৩৭ নং চিত্র

ফলাফল—যদিও এই সার্কিটের রিজেনারেশন কণ্ট্রোলকে একটি নূতন রূপ দেওয়া হয়েছে, তথাপি এই সার্কিট যে খুব ভাল কাজ দেয় এ কথা বলা যায় না। কারণ রিজেনারেটিভ কয়েলের অ্যাক্রশে পোটেনশিও মিটারটি ব্যবহার করায় এই সার্কিটের টিউনিংএ জটিলতার সৃষ্টি হয়। ফলে এ সার্কিট থেকে মনোমত কাজ পাওয়াও সকল সময় সম্ভব হয় না।

ব্যাটারী

পার্টস—পূর্ব্বে ব্যাটারী সেটে ব্যবহৃত পার্টসগুলি এবং একটি ৫০ কিলো ওমস পোটেনশিও মিটার।

২৩৮ নং চিত্র

২৩৯ নং চিত্র

ব্যবহার—২৩৮ নং চিত্রে সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হল। এই সার্কিট অনুসারে পূর্ব্ব-প্র্যাকটিক্যাল সংযোগের পরিবর্ত্তন-

গুলি ঠিক করে নিন। প্রথমে পোটেনশিও মিটারটিকে চেসিসের সামনের কোন ছিদ্রে সুবিধামত লাগিয়ে দিন। এবার কয়েল বেসের ২ নং পিন থেকে একটি তার ঐ পোটেনশিও মিটারের একটি প্রান্তে এবং ৫ নং পিন থেকে আর একটি তার অপর প্রান্তে যুক্ত করুন। আর ঐ ৫ নং পিনে পূর্ব্বে যে কনডেন্সার C_3 যুক্ত ছিল, এখন তাকে সেখান থেকে খুলে পোটেনশিও মিটারের মধ্যের পিনে সোল্ডার করে দিন। সেটটিকে ব্যাটারী দিয়ে টেষ্ট কবার পূর্ব্বে হেড-ফোনকে ভ্যাল ভ বেসের ৪ নং পিনে ও পোটেনশিও মিটারের মধ্যের পিনে যুক্ত করুন। এই সমগ্র সংযোগ-ব্যবস্থাকে ২৩৯ নং চিত্রে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

ফলাফল—পূর্ব্বে মেন সেটের সময় যে কথা বলা হয়েছে এখানেও ঠিক সেই কথাই বলা যায়।

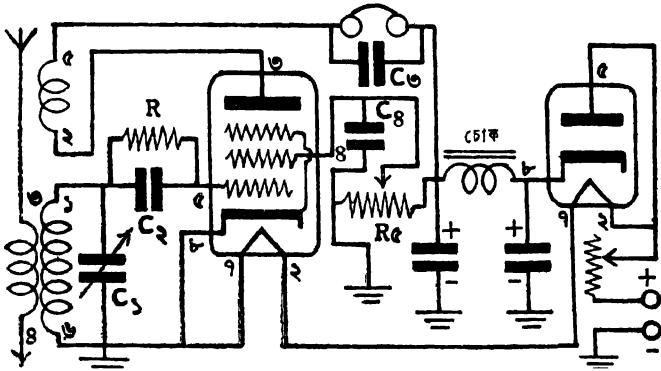
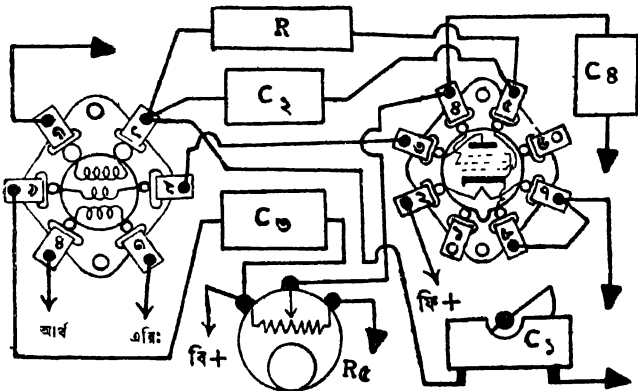
পরীক্ষা—৮

রিজেনারেশন কণ্ট্রোল

পার্টস—পূর্ব্বে ৭ নং পরীক্ষার মেন সেটে ব্যবহৃত পার্টস-গুলি ও একটি ·১—C_8 কনডেন্সার।

ব্যবহার—পূর্ব্বে ৭ নং পরীক্ষায় পোটেনশিও মিটারকে রিজেনারেটিভ কয়েলের সঙ্গে প্যারালালে ব্যবহার করে রিজেনারেশনকে কন্ট্রোল করা হয়েছিল। কিন্তু এবার পোটেনশিও মিটারকে স্ক্রিন-গ্রিডের সঙ্গে ব্যবহার করা হয়েছে। ২৪০ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এখানে যে কন্ট্রোল-প্রথা ব্যবহার করা হয়েছে তাকে অনেকটা স্ক্রিন-গ্রিড রিজেনারেশন কন্ট্রোলও বলা যায়। ২৪১ নং চিত্রে এর প্র্যাকটিক্যাল সার্কিটকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। পূর্ব্বে

৭ নং পরীক্ষায় যে সংযোগ করা হয়েছিল, তার কয়েল বেসের ৫ নং ও ২ নং পিন থেকে পোটেনশিও মিটারের সংযোগ খুলে

২৪০ নং চিত্র

২৪১ নং চিত্র

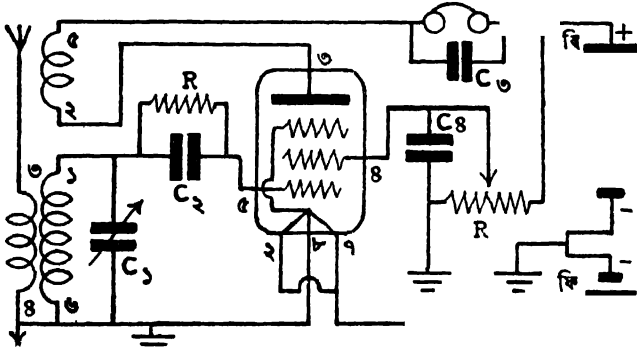
ফেলুন। তবে ২ নং পিন থেকে ভ্যালভ বেসের ৩ নং পিনে যে সংযোগ আছে তা ঠিক থাকবে। কয়েল বেসের ৫ নং

পিন থেকে পোটেনশিও মিটারের এক প্রান্তেব পিনের সঙ্গে কনডেন্স র C_3কে সোল্ডার করে দিন, আর তা থেকে একটি তার বি+এর জন্য যুক্ত করে রাখুন। এখন পোটেনশিও মিটারের অপর প্রান্তকে চেসিসে সোল্ডার করে দিন এবং তার মধ্যের পিন থেকে একটি তার ভ্যালভ বেসের ৪ নং পিনে লাগিয়ে দিন। ঐ ৪ নং পিন থেকে একটি ০'১ কনডেন্সার C_4কে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। অবশ্য যদি এখানে ঐ কনডেন্সার যুক্ত করতে অসুবিধা হয়, তবে তাকে পোটেনশিও মিটারের মধ্যের পিন ও চেসিসেব সঙ্গেও লাগাতে পাবেন। এ ছাড়া অপর সমস্ত সংযোগই পূর্ব্বের মত থাকবে। ২৪১ নং চিত্রে সব দেখান হয়েছে। সার্কিটটি পরীক্ষার সময় হেড-ফোনকে কয়েল বেসেব ৫ নং ও পোটেনশিও মিটারের যে পিনে কনডেন্সাব C_3কে লাগান হয়েছে, সেই দু'টি পিনে যুক্ত করতে হবে।

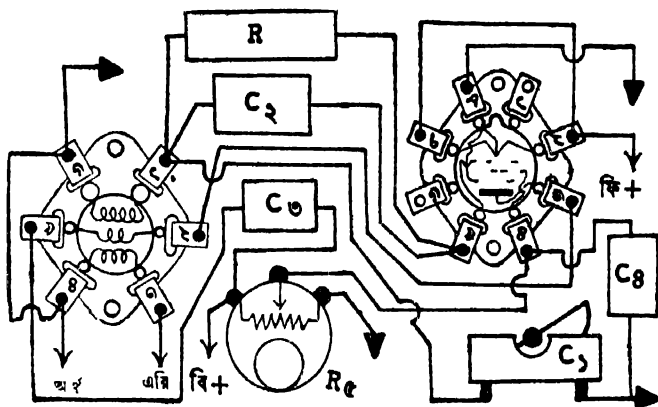
ফলাফল—এই রিজেনারেটিভ সার্কিটটি বেশ সমাদর লাভ করেছে। যদি রিজেনারেটিভ কয়েলটির টার্ণস ঠিকমত নির্দ্দিষ্ট করা যায়, আর যদি তা গ্রিড কয়েলেব সঙ্গে ঠিকমত ম্যাচ করে, তবে এই সার্কিট সবচেয়ে ভাল কাজ দেয়। এখানে যে পোটেনশিও মিটারটি ব্যবহার করা হয়েছে তা ভোল্টেজ ডিভাইডারের কাজ দেয়। এই পোটেনশিও মিটারটির মধ্য-দিয়ে যে স্ক্রিন ভোল্টেজ প্রবাহিত হয়, তাকে কণ্ট্রোল করে ভ্যালভের ডিটেকশন ক্ষমতাকে কমবেশী করা হয়। স্ক্রিনে এই ভোল্টেজের তারতম্যের জন্য তথায় কিছু পাল্‌স্ দেখা দেয়, যার ফলে সার্কিটে ডিসটারবেন্স দেখা দিতে পারে—তা যাতে না হয় তারজন্য স্ক্রিনে $0.1\mu fd$ কনডেন্সারকে স্ক্রিন-বাই-পাস হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে।

ব্যাটারী

পার্টস—পূর্ব্বে ৭ নং পরীক্ষার ব্যাটারী অংশে ব্যবহৃত পার্টসগুলি ও একটি ·১—C_8 কনডেন্সার।

ব্যবহার—২৪২ নং ও ২৪৩ নং চিত্রে এই পরীক্ষার সার্কিট ও তার প্র্যাকটিক্যালকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। পূর্ব্বের সংযোগ ব্যবস্থা নিয়েই কাজ চলবে কেবল ২৪৩ নং চিত্রে উল্লিখিত পরিবর্ত্তনগুলি করে নিতে হবে। প্রথমে কয়েল বেসের

২৪২ নং চিত্র

২ নং পিন থেকে পোটেনশিও-মিটারের এক প্রান্তের সঙ্গে যে তারটি যুক্ত আছে তা খুলে ফেলুন। দেখবেন যেন ভ্যালভ বেসের ৩ নং পিন থেকে কয়েল বেসের ২ নং পিনে যে তারটি যুক্ত আছে তা যেন খুলে না যায়। এবার ভ্যালভ বেসের ৪ নং পিন থেকে $C_৩$ কনডেন্সারকে খুলে ফেলুন, আর কয়েল বেসের ৫ নং পিন থেকে পোটেনশিও মিটারের এক প্রান্তে যে তারটি আছে তাও খুলে ফেলুন, তার পরিবর্ত্তে ঐ $C_৩$

কনডেন্সারকে কয়েল বেসের ৫ নং ও পোটেনশিও মিটারের এক প্রান্তে যুক্ত করুন। পোটেনশিও মিটারের অপর প্রান্ত চেসিসে সোল্ডার করে দিন ও তার মধ্যের পিন থেকে একটি তার ভ্যালভ বেসের ৪ নং পিনে যুক্ত করুন। কনডেন্সার $C_৪$কে ঐ ৪ নং পিন থেকে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। পোটেনশিও মিটারের যে প্রান্তে কনডেন্সার $C_৩$কে যুক্ত করেছেন সেই

২৪৩ নং চিত্র

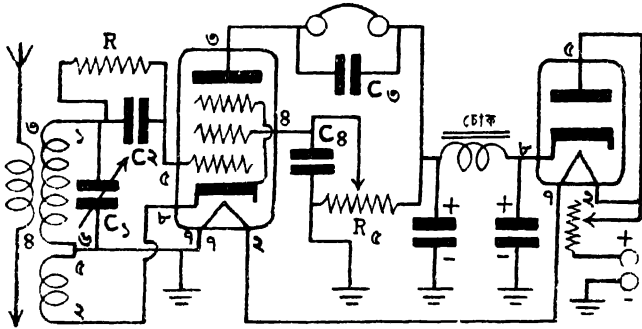
পিন থেকে বি+এর জন্য একটি তার বের করে রাখুন। পরীক্ষা করবার সময় হেড-ফোনকে কয়েল বেসের ৫ নং ও পোটেনশিও মিটারের যে প্রান্তে $C_৩$ যুক্ত আছে, সেই প্রান্তে যুক্ত করতে হবে।

ফলাফল—পূর্ব্বে মেন সেটের সময় ফলাফল উল্লেখ করা হয়েছে।

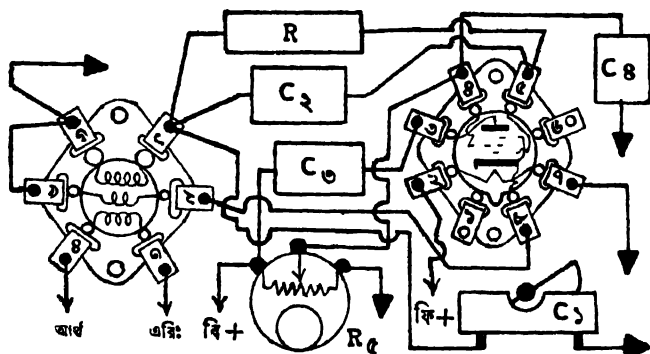
পরীক্ষা—৯

ক্যাথোড ফিড-ব্যাক

পার্টস—পূর্ব্বের পরীক্ষার মেন সেটে ব্যবহৃত পার্টসগুলি।

ব্যবহার—২৪৪ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, পূর্ব্বে যে রিজেনারেটিভ কয়েলকে প্লেটের সঙ্গে ব্যবহার করা হয়েছিল, এখানে সেই কয়েলকে ক্যাথোড সার্কিটে ব্যবহার করা হয়েছে। রিজেনারেটিভ কয়েলকে ক্যাথোড সার্কিটে ব্যবহার করার জন্য

২৪৪ নং চিত্র

তার কোন পরিবর্ত্তন করার প্রয়োজন নাই। কেবল ২৪৫ নং চিত্রে যে সকল পরিবর্ত্তিত সংযোগ ব্যবস্থা দেখান হয়েছে, সেগুলি করে গেলেই চলবে। পূর্ব্বে যে ভাবে বিভিন্ন পার্টসকে যুক্ত করে কাজ করেছেন এবার তার কয়েল বেসের ৪ নং পিন থেকে কনডেন্সার $C_৩$কে খুলে ফেলে তাকে ভ্যালভ বেসের ৩ নং পিনে লাগিয়ে দিন আর ৩ নং পিন থেকে কয়েল বেসের ২ নং পিনে যে তারটি যুক্ত আছে তা খুলে ফেলুন এবং ভ্যালভ বেসের ৮ নং যে চেসিস করা ছিল তা খুলে ফেলুন।

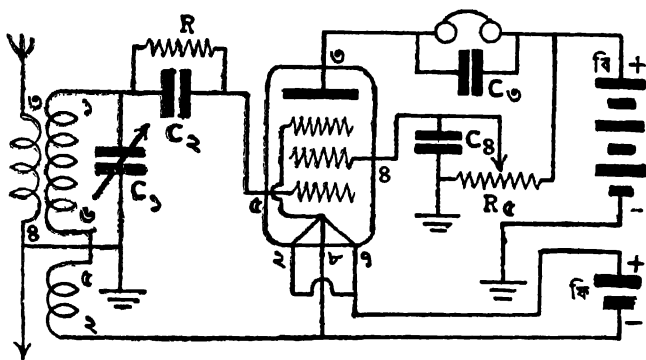
দেখবেন যেন ৭ নং পিনের সংযোগ খুলে না যায়। ৭ নং পিন ঠিকই চেসিসে সোল্ডার করা থাকবে। এবার কয়েল বেসের ২ নং পিন থেকে একটি তার ভ্যালভ বেসের ৮ নং পিনে যুক্ত করে দিন। কয়েল বেসের ৫ নং পিনকে ৬ নং পিনের সঙ্গে সর্ট করে দিন আর ৬ নং পিন তো পূর্ব্বেই চেসিসে সোল্ডার করা আছে। এছাড়া অপর সকল সংযোগ ব্যবস্থা পূর্ব্বের ন্যায়ই থাকবে। পরীক্ষা করাব সময় সমগ্র সার্কিটটিকে একবার ২৪৪ নং চিত্রের সঙ্গে মিলিয়ে নেবেন। হেডফোনকে ভ্যালভ বেসের ৩ নং পিন ও পোটেনশিও মিটারের যে প্রান্তে $C_৩$ যুক্ত আছে সেই প্রান্তে যুক্ত কবতে হবে।

২৪৫ নং চিত্র

ফলাফল—এই পরীক্ষায় যে সার্কিট অঙ্কন করেছি তা রিজেনারেটিভ ডিটেকটরেরই আর একটি রূপ। আমাদের জানা আছে, যে কোন টিউবের প্লেট কারেণ্ট তার ক্যাথোড সার্কিট দিয়ে প্রবাহিত হয়। সুতরাং যদি ঐ ক্যাথোডকে কোন প্রকারে কণ্ট্রোল করা যায়, তবে তার প্লেট কারেণ্টও সেই সঙ্গে নিয়ন্ত্রিত হয়ে থাকে। এই প্রথার উপর নির্ভর করেই

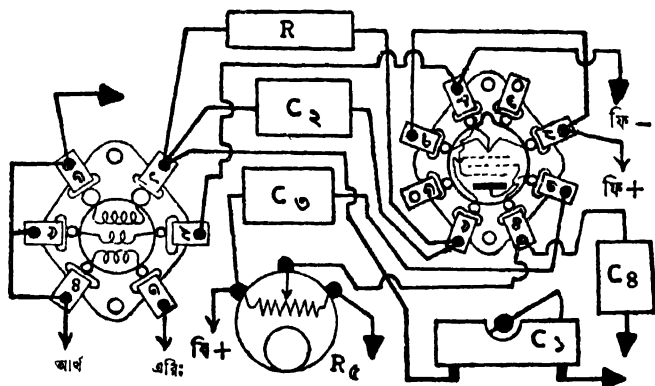
এই সার্কিটের প্রচলন। কিন্তু যেহেতু এই পরীক্ষায় ক্যাথোড অংশকে কন্ট্রোল করা হচ্ছে, তাই এর নাম হয়েছে ক্যাথোড ফিড-ব্যাক প্রথা। থিয়োরী আলোচনার সময় এইরূপ সার্কিট কি প্রকারে কাজ করে তার বিস্তারিত বিবরণ দিতেছি।

ব্যাটারী

পার্টস—পূর্ব্বের পরীক্ষার ব্যাটারী অংশ ব্যবহৃত পার্টসগুলি।

ব্যবহার—পূর্ব্বে ব্যাটারী অংশে যে পরীক্ষা করেছেন এবারেও সেই পরীক্ষা নিয়েই কাজ চলবে, কেবল এখানে যে

২৪৬ নং চিত্র

নির্দ্দেশ দেওয়া হবে সেইগুলিই ঠিক করে নিতে হবে। ১৪৭নং চিত্রে পরিবর্ত্তনগুলি প্র্যাকটিক্যাল লে-আউটের মধ্যে দেখান হয়েছে। আর ২৪৬ নং চিত্রে তারই সার্কিট ডায়গ্রাম দেওয়া আছে। প্রথমে পূর্ব্বের ব্যাটারী অংশের সার্কিটের সঙ্গে ২৪৬ নং চিত্রের সার্কিট মিলিয়ে দেখুন তাতে কি কি পরিবর্ত্তন

রয়েছে। তারপর যেরূপ নির্দ্দেশ দিচ্ছি সেইভাবে প্র্যাকটিক্যাল সংযোগগুলি করে যান। পূর্ব্বে যেভাবে সংযোগগুলি করা ছিল তার কয়েল বেসের ৫ নং পিন থেকে যে C_3 কনডেন্সারটি পোটেনশিও মিটারের এক প্রান্তে যুক্ত ছিল তাকে ৫ নং পিন থেকে খুলে নিয়ে ভ্যালভ বেসের ৩ নং পিনে লাগিয়ে দিন আর ৩ নং পিন থেকে কয়েল বেসের ২ নং পিনে যে তার যুক্ত ছিল তাকে ২ নং পিন থেকে খুলে ফেলে ঐ ভ্যালভ বেসেরই ৮ নং পিনে লাগিয়ে দিন। আর পূর্ব্বে

২৪৭ নং চিত্র

৮ নং পিনকে যে চেসিসে সোল্ডার করা ছিল তা খুলে ফেলুন। তার পরিবর্ত্তে ফিঃ নেগেটিভের জন্য একটি তার সেখান থেকে বের করে রাখুন। এই তারটিকে সোজা ১½ ভোল্ট L T ব্যাটারীর নেগেটিভে লাগিয়ে দেবেন, অবশ্য চেসিসে সোল্ডার করেও দেখতে পারেন তাতে কি অবস্থার সৃষ্টি হয়। এবার কয়েল বেসের ৫ নং পিনকে ৬ নং পিনের সঙ্গে সর্ট করে দিন তা হলেই তাকে চেসিসের সঙ্গে যুক্ত করা হ'ল। কারণ

৬ নং পিন পূর্ব্বেই চেসিসে সোল্ডার করা আছে। পরীক্ষার সময় হেড-ফোনকে ভ্যালভ বেসের ৩ নং পিন ও পোটেনশিও মিটারের যে প্রান্তে $C_৩$ কনডেন্সার যুক্ত আছে সেই প্রান্তে যুক্ত করতে হবে।

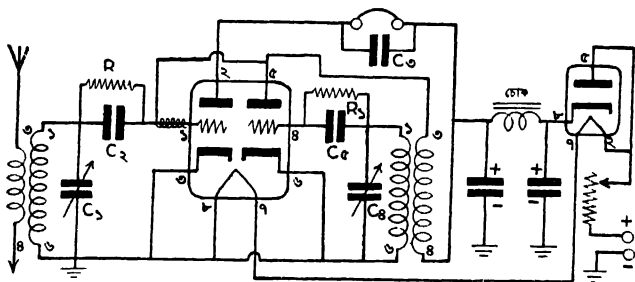
ফলাফল—পূর্ব্বে গেন সেটের সময় এই সার্কিটের ফলাফল উল্লেখ করা হয়েছে।

পরীক্ষা—১০

হেটেরোডাইন অসিলেটর

পার্টস—দু'টি ভেরিয়েবল কনডেন্সার $C_১$ ও $C_৪$, দু'টি ১00 $\mu \mu fd$ $C_২$ ও $C_৫$, একটি ·০১ $C_৩$ কনডেন্সার একটি ৫ মেগ ওমস ও একটি ৫০ কিলো ওমস রেজিষ্ট্যান্স। দু'টি কয়েল, হেড-ফোন ও একটি 12SL7-GT ভ্যালভ ও একটি ৬ পিন কয়েল।

ব্যবহার—২৪৮ নং চিত্রে যে সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে তা লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, পূর্ব্বে ব্যবহৃত সার্কিটগুলির সঙ্গে এর বিশেষ পার্থক্য নাই কেবল পূর্ব্বের সার্কিটগুলির সঙ্গে একটি হেটেরোডাইন অসিলেটর অংশ যোগ করা হয়েছে। ২৪৮ নং চিত্রে যে সার্কিট অঙ্কন করা হয়েছে, সেখানে একটি টুইন ট্রায়োড 12SL7-GT টিউব ব্যবহার করেছি। অবশ্য দু'টি ট্রায়োড টিউব 12J5 ব্যবহার করলেও কাজ চলে যেত এবং তাতে প্র্যাকটিক্যাল কাজের আরও সুবিধা হত। কিন্তু তথাপি আমি 12SL7 ব্যবহার করলাম তার প্রধান কারণ পরে যখন এ্যামপ্লি-ফায়ারের গঠন প্রণালী বুঝাব তখন ফেজ-ইনভার্টার

হিসাবে একটি টুইন ট্রায়োড টিউবের বিশেষ প্রয়োজন হবে। আর পরে যখন অন্যান্য সার্কিট নিয়ে আলোচনা করব, তখন একটি ব্যতীত দু'-তিনটি 12J5 ভ্যালভের কোনই প্রয়োজন হবে না। 12SL7-GT ব্যবহার করার জন্য আর একটি বিশেষ প্রয়োজনীয় বিষয় বলে রাখা প্রয়োজন মনে করি তা হচ্ছে এর ফিলামেণ্ট সম্বন্ধে। অনেকে হয়তো টিউব ম্যানুয়াল না দেখে সাধারণভাবে পিন নং ২ ও ৭ কে ফিলামেণ্ট হিসাবে ধরবেন কিন্তু তা ভুল। লক্ষ্য করলেই দেখতে পাবেন যে, 12SL7-GT এর ফিলামেণ্ট পিন হচ্ছে ৭ ও ৮ সুতরাং এটি মনে রাখা বিশেষ প্রয়োজন।

২৪৮ নং চিত্র

চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এখানে দু'টি কয়েল ব্যবহার করা হয়েছে, কিন্তু ভালরূপে লক্ষ্য করুন দু'টি কয়েলের তারের পাক সংখ্যা একভাবে দেখান হয়েছে সুতরাং পূর্ব্বে যে কয়েল নিয়ে ডিটেকটরের কাজ করা হচ্ছিল, ঠিক তারই অনুরূপ আর একটি কয়েল প্রস্তুত করে নিতে হবে। আর দু'টি কয়েল ব্যবহার করায় চেসিসের উপর আর একটি কয়েল বেসকে লাগিয়ে নিতে হবে। আর একটি ৫০০ *μμfd* বা *pf* ভেরিয়েবল কনডেন্সারকে চেসিসের সামনে লাগিয়ে

নিতে হবে। দু'টি টিউবকে অভিনবভাবে ক্যাপলিং করা হয়েছে। একটি হুক-আপ-ওয়ার বা তার অসিলেটর টিউবের প্লেট থেকে ডিটেক্টর অংশের গ্রিডে লাগান হয়েছে, কিন্তু গ্রিডে তারটিকে সোল্ডার করা হয়নি। কয়েলের মত করে জড়িয়ে দেওয়া হয়েছে। যখন এইভাবে ঐ তারটিকে গ্রিডের সঙ্গে জড়াবেন, তখন লক্ষ্য রাখবেন যেন তা চেসিসের সঙ্গে লেগে না যায় অর্থাৎ সর্ট না হয়ে যায়। এবার ২৪৯ নং চিত্রে প্র্যাকটিক্যাল কি ভাবে করতে হবে তা দেখাব, কিন্তু তার পূর্ব্বে পাওয়ার সাপ্লাই-এর LT রেজিষ্ট্যান্সকে ঠিকমত ওমসে অ্যাডজাষ্ট করে নিতে হবে। কারণ পূর্ব্বে 50L6-GT টিউব ব্যবহার করা হয়েছিল। তার ফিলামেণ্ট ভোল্টেজ ছিল ৫০ ভোল্ট কিন্তু এখন ব্যবহার করা হয়েছে 12SL7-GT। এর ফিলামেণ্ট ভোল্টেজ হচ্ছে ১২·৬ ভোল্ট।

সুতরাং মোট ভোল্টেজ হবে—

৩৫ + ১২.৬ = ৪৭·৬ ভোল্ট।

∴ ভোল্টেজ ড্রপ করতে হবে ২২০ − ৪৭·৬ = ১৭২·৪ ভোল্ট

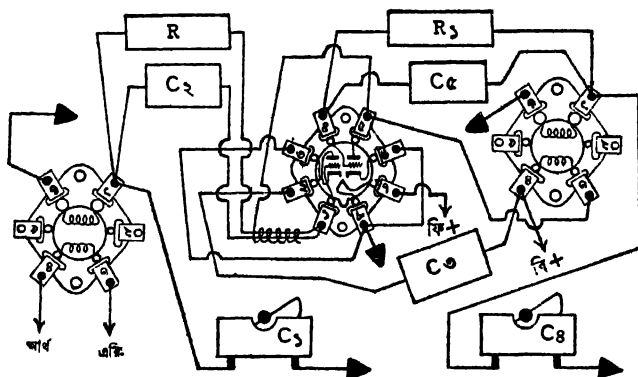
$$R = \frac{E}{I} = \frac{১৭২\cdot৪}{১৫} = \frac{১৭২৪০}{১৫}$$

= ১১৪৯·৩ ওমস।

সুতরাং এবার রেজিষ্ট্যান্সকে ১৫০ ওমসে ঠিক করে নিতে হবে।

এবার পূর্ব্বে ৯ নং পরীক্ষার চেসিস নিয়ে কাজ আরম্ভ করুন। প্রথমে পূর্ব্বের সমস্ত সংযোগ খুলে ফেলুন, এবং কয়েল বেস ও ভ্যালভ বেসের সমস্ত পিনকে সোল্ডারিং আয়রণ দিয়ে বেশ করে পরিষ্কার করে নিন। এখন চেসিসের

ঘ চিহ্নিত ছিদ্রে আর একটি কয়েল বেসকে নাটবল্টু দিয়ে বেশ শক্ত করে লাগিয়ে দিন ও কনডেন্সার C_8 কে চেসিসের সামনের কোন ছিদ্রে লাগান। এখানে C_8 কনডেন্সারের মান হচ্ছে ৫০০ $\mu\mu fd$ বা ·০০০৫ μfd পূর্ব্বে $C_১$ হিসাবে যে কনডেন্সার ব্যবহার করা হয়েছে তাও ০০০৫ μfd ভেরিয়েবল টাইপ। আপনারা লোক্যাল সেটে যে ভেরিয়েবল কনডেন্সার ব্যবহার করেছেন, এখানে তাকেই ব্যবহার করতে হবে

২৪৯ নং চিত্র

এখন ২৪৯ নং চিত্র অনুসারে সংযোগগুলি আরম্ভ করুন। প্রথমে ভ্যালভ বেসের ১ নং পিন থেকে কনডেন্সার $C_২$ ও রেজিষ্ট্যান্স R কে কয়েল বেসের ১ নং পিনে যুক্ত করুন, আর কয়েল বেসের ঐ ১ নং পিন থেকে $C_১$ ভেরিয়েবল কনডেন্সারের টেষ্টর প্লেটে একটি তার যুক্ত করুন। কনডেন্সারের রোটর প্লেটকে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। কনডেন্সার $C_২$ ও রেজিষ্ট্যান্সকে যখন ভ্যালভ বেসের ১ নং পিনে যুক্ত

করবেন তখন চেষ্টা করবেন চিত্রে যেরূপ অঙ্কন করা হয়েছে, সেই তাদের তার দু'টিকে প্রায় একটির ন্যায় পরিণত করতে আর চেসিস থেকে যতটা উপরে রাখা যায় তা রাখবেন। কারণ বুঝতেই পারছেন অসিলেটর প্লেট থেকে পজিটিভ ভোল্টেজ ঐ গ্রিডে দেওয়া হচ্ছে। এবার ডিটেক্টর কয়েল বেসের ৬ নং পিনকে চেসিসে সোল্ডার করে দিন, আর ৩ নং থেকে এরিয়াল ও ৪ নং থেকে আর্থ যুক্ত করার জন্য তার বের করে রাখুন। ডিটেক্টর সংযোগ এইখানেই শেষ। এবার অসিলেটর ভ্যালভ বেসের ২ নং পিন থেকে $C_৩$ কনডেন্সারকে অসিলেটর কয়েল বেসের ৪ নং পিনে লাগান আর ঐ ৪ নং পিন থেকে বি+এর জন্য একটি তার যুক্ত করে রাখুন। ভ্যালভ বেসের ৩ নং ও ৬ নং পিনকে ৮ নং পিনের সঙ্গে তার দ্বারা সর্ট করে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। ৪ নং পিন থেকে কনডেন্সার $C_৫$ ও রেজিষ্ট্যান্স $R_১$কে অসিলেটর কয়েল বেসের ১ নং এ যুক্ত করুন, আর ঐ ১ নং থেকে ভেরিয়েবল কনডেন্সার $C_৪$ এর টেষ্টর প্লেটে একটি তার যুক্ত করুন, আর তার রোটর প্লেটকে চেসিসে সোল্ডার করে দিন।

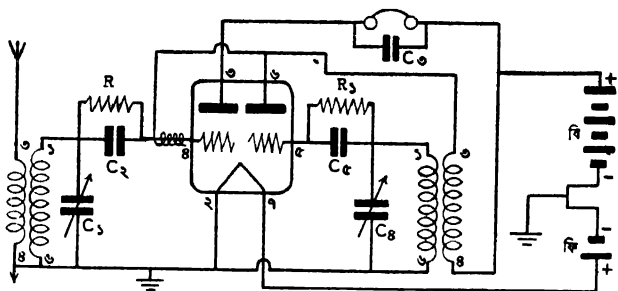
ভ্যালভ বেসের ৫ নং পিন থেকে-একটি ভাল ইনসুলেডেট হুক-আপ-ওয়ার ১ নং পিনের তারের উপরে কয়েলের আকারে বেশ শক্ত করে জড়িয়ে দিন। ৫ নং পিন থেকে আর একটি তার অসিলেটর কয়েল বেসের ৩ নং পিনে যুক্ত করে দিন। ৭ নং পিন থেকে ফিলামেন্ট-এর জন্য আর একটি তার বের করে রাখুন। অসিলেটর কয়েল বেসের ৬ নং পিনকে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। পরীক্ষা করার পূর্ব্বে সমগ্র সার্কিটকে ৪ নং চিত্রের সঙ্গে ভাল করে মিলিয়ে নিন। পরীক্ষা করার সময় হেড-ফোনকে ভ্যালভ বেসের ২ নং ও অসিলেটর কয়েল বেসের ৪ নং পিনের সঙ্গে যুক্ত করতে হবে।

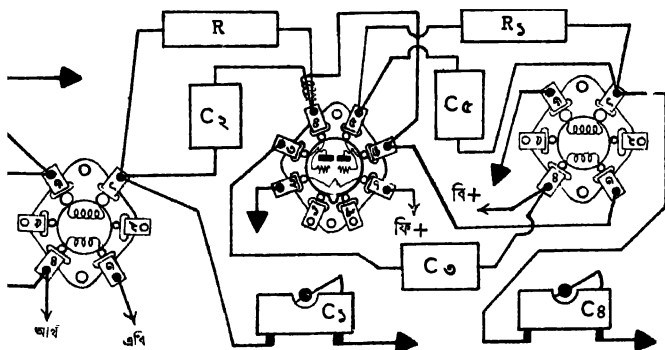
ফলাফল—মেন সুইচ অন করলেই টিউবগুলি গরম হয়ে উঠবে, আর সেই সঙ্গে টিউবের মধ্য দিয়ে কারেণ্ট প্রবাহিত হবে। এখন ভেরিয়েবল কনডেন্সার ঘোরাতে থাকলে আর ডিটেক্টর সার্কিটকে যে কোন একটি সিগন্যাল ফ্রিকোয়েন্সীতে টিউন করলেই হেড-ফোনে "whistling" দেখা দেবে। কিন্তু যদি অসিলেটর ভেরিয়েবল কনডেন্সার ঘুরিয়েও কোন শব্দ পাওয়া না যায়, তবে বুঝতে হবে অসিলেটর অংশ কাজ করছে না। সেক্ষেত্রে অসিলেটর কয়েল বেসের ৩ নং পিন ও ৪ নং পিনের সংযোগ উল্টো করে দিতে হবে, অর্থাৎ চিত্রে 8 নং পিনে যে সংযোগ দেওয়া হয়েছে, সেই সংযোগ ৩ নং পিনে আর ৩ নং পিনে যে সংযোগ দেখান হয়েছে, তা 8 নং পিনে হবে। এই ভাবে পরীক্ষা করলে শব্দ নিশ্চয়ই শুনা যাবে। এবার দু'টি অংশের মধ্যে যে তার দ্বারা ক্যাপলিং করা হয়েছে তাকে কম বেশী করে দেখুন কি ফল হয়।

ব্যাটারী

পার্টস—মেন সেটের সময় যে পার্টস-এর উল্লেখ করা হয়েছে, এখানেও সেগুলির প্রয়োজন আর তার সঙ্গে 1G6-GT ভ্যালভ একটি।

ব্যবহার—২৫০নং চিত্রে ব্যাটারী হেটেরোডাইন অসিলেটর সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এই পরীক্ষায় মেন সেটের সময় যে সকল আলোচনা করেছি আমার মনে হয় এই ব্যাটারী-সেট প্রস্তুত করার পূর্ব্বে সেটি একবার পড়ে নিলে কাজের অনেক সুবিধা হবে। এই সার্কিটের প্র্যাকটিক্যাল অংশকে ২৫১নং চিত্রে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। পূর্ব্বে ৯ নং পরীক্ষার ব্যাটারী অংশে যে সংযোগ ব্যবস্থা দেখান হয়েছিল,

আমার মনে হয় সেগুলি সব খুলে ফেলে পিনগুলি ভালভাবে পরীক্ষা করে নিলে কাজের সুবিধা হবে। প্রথমে পূর্ব্বে ব্যবহৃত

২৫০ নং চিত্র

চেসিসে একটি কয়েল বেস "ঘ" চিহ্নিত ছিদ্রে এবং একটি ভেরিয়েবল কনডেন্সার C_4 কে চেসিসের সামনের ছিদ্রে

২৫১ নং চিত্র

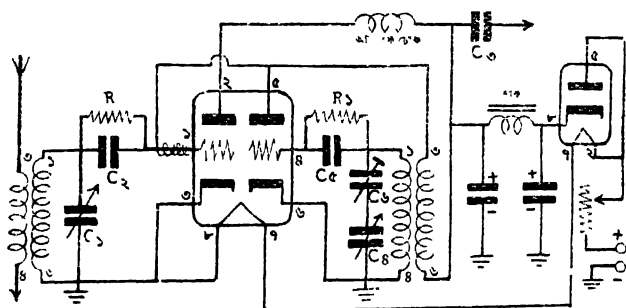
লাগিয়ে নিন। এবার ২৫১ নং চিত্রে অঙ্কিত প্র্যাকটিক্যাল অনুসারে ভ্যালভ বেসের ১ নং পিন থেকে সংযোগ করতে

আরম্ভ করুন। টিউব ম্যানুয়াল লক্ষ্য করলে দেখতে পাবেন 1G6 টিউবের ১ নং পিনে ও ৮ নং পিনে NC লেখা আছে। অর্থাৎ সেখানে কোন সংযোগ নাই। ২ নং পিনকে চেসিসের সঙ্গে সোল্ডার করে দিন। ৩ নং পিন থেকে কনডেন্সার $C_৩$কে অসিলেটর কয়েল বেসের ৪ নং পিনে যুক্ত করুন আর ঐ ৪ নং পিন থেকে বি+এর জন্য একটি তার বের করে রাখুন। ভ্যালভ বেসের ৪ নং পিন থেকে কনডেন্সার $C_২$ ও R কে ডিটেক্টর কয়েল বেসের ১ নং পিনে যুক্ত করুন। কয়েল বেসের ৬ নং পিনকে ৪নং পিনের সঙ্গে সর্ট করে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। ৪ নং পিনে আর্থ ও ৩ নং পিনে এরিয়াল যুক্ত করুন। ভ্যালভ বেসের ৫ নং পিন থেকে কনডেন্সার $C_৫$ ও রেজিষ্ট্যান্স $R_১$ কে অসিলেটর কয়েল বেসের ১ নং পিনে যুক্ত করুন, আর ঐ পিন থেকে ভেরিয়েবল কনডেন্সার C_8-এর ষ্টেটর প্লেটে যুক্ত করে দিন ও রোটর প্লেটকে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। ভ্যালভ বেসের ৬ নং পিন থেকে একটি তার ৪ নং পিন অর্থাৎ গ্রিডের তারের উপর কয়েলের আকারে জড়িয়ে দিন। আর ৬ নং পিন থেকে আর একটি তার কয়েল বেসের ৩ নং পিনে যুক্ত করুন। ৭ নং পিন থেকে ফিলামেণ্ট+এর জন্য একটি তার যুক্ত করে রাখুন। কয়েল বেসের ৬ নং পিনকে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। এবার হেড ফোনকে ভ্যালভ বেসের ৩ নং পিন ও কয়েল বেসের ৪ নং পিনে যুক্ত করতে হবে।

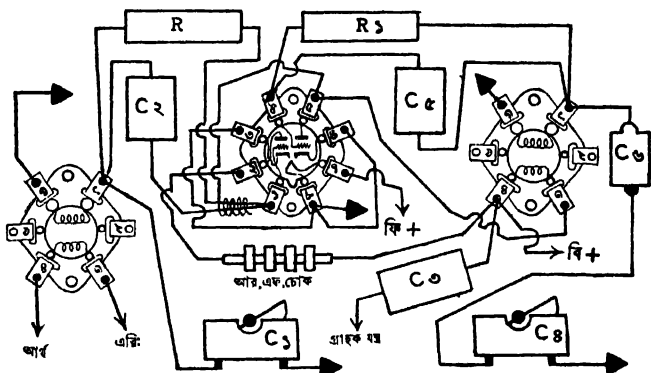
ফলাফল—এই সার্কিটের ফলাফল এই পরীক্ষার মেন সেটের সময় বিস্তারিত ভাবে আলোচনা করা হয়েছে।

পরীক্ষা—১১

ট্রায়োড ফ্রিকোয়েন্সী কনভার্টার।

পার্টস—পূর্ব্বে ১০ নং পরীক্ষায় যে পার্টসগুলি ব্যবহার করা হয়েছে, সেইগুলি এবং একটি ১ মেগ ওমস রেজিষ্ট্যান্স ও ১·৫ mh আর এফ চোক। আর একটি রেডিও গ্রাহক-যন্ত্র, অবশ্য লোক্যাল গ্রাহক-যন্ত্রই প্রয়োজন আর একটি ৫০ $\mu\mu fd$.টিমার কনডেন্সার।

২৫২ নং চিত্র

ব্যবহার—পূর্ব্বে যে পরীক্ষা করা হয়েছিল এখানে ২৫২ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এদের মধ্যে পার্থক্য নাই বলিলেই হয়। কিন্তু সাকিটে পার্থক্য না থাকলেও তাদের কার্য্যকারিতায় অনেক পার্থক্য রয়ে গেছে। পূর্ব্বের সাকিটে দু'টি অংশ ছিল। একটি ডিটেক্টর ও অপরটি অসিলেটর সুতরাং পূর্ব্বে যেরূপ বলেছি এই সমগ্র অংশকে বলে "কনভার্টার"। এই সাকিট দ্বারাই সুপারহেটেরোডাইন রিসিভারের প্রয়োজনীয়তা এবং সঙ্গে সঙ্গে ঐ রিসিভারে এই ষ্টেজই যে

প্রধান অংশ তা সহজেই বুঝা যাবে। ২৫৩ নং চিত্রে এর সংযোগ ব্যবস্থাকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, পূর্ব্বের পরীক্ষার সামান্যই পরিবর্ত্তন হয়েছে। প্রথম পরিবর্ত্তন হচ্ছে রেজিষ্ট্যান্স R। পূর্ব্বে একটি ৫ মেগ ওমস রেজিষ্ট্যান্সকে R হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছিল। কিন্তু এখানে R হিসাবে একটি ১ মেগ ওমস রেজিষ্ট্যান্সকে ব্যবহার করা হয়েছে। সুতরাং কয়েল বেসের ১ নং পিন থেকে ও ভ্যালভ বেসের ১ নং পিন থেকে ৫ মেগ ওমস R কে খুলে ফেলুন আর সেই স্থলে একটি ১ মেগ ওমস রেজিষ্ট্যান্সকে

২৫৩ নং চিত্র

লাগিয়ে দিন। ভ্যালভ বেসের ২ নং পিন থেকে $C_৩$ কনডেন্সারকে খুলে ফেলুন। এবার ঐ ২ নং পিনে আর এফ-চোকের একদিক ও অসিলেটর কয়েল বেসের ৪ নং পিনে অপর দিক যুক্ত করুন। কনডেন্সার $C_৩$কে ভ্যালভ বেসের ২ নং পিন থেকে খুললেও অসিলেটর কয়েল বেসের ৪ নং পিন থেকে খুলবেন না।

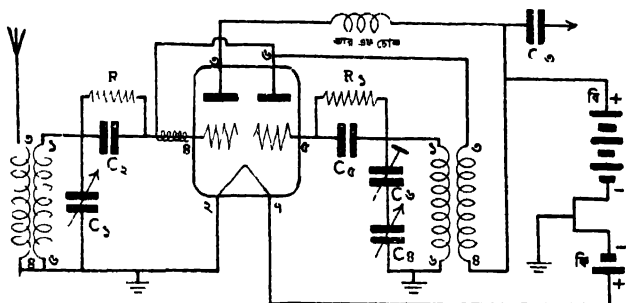
এবার অসিলেটর কয়েল বেসের ১ নং থেকে যে

তারটি সোজা C_8 ভেরিয়েবল কনডেন্সারে লাগান আছে তাকে খুলে ফেলুন। একটি টিমার কনডেন্সার $C_৬$-এর একটি প্লেটে তা যুক্ত করুন। আর তার অপর প্লেট থেকে একটি তার C_8 কনডেন্সারের ষ্টেটর প্লেটে যুক্ত করুন। এই পরীক্ষায় হেড-ফোনের কোন প্রয়োজন নাই। এখন সমস্ত প্র্যাক্‌টিক্যাল সার্কিটকে ২৫২ নং চিত্রের সঙ্গে মিলিয়ে নিন। যখন পরীক্ষা কার্য্য চালান হবে তখন ঐ যে কনডেন্সারের একপ্রান্তে গ্রাহক-যন্ত্র বলে লেখা আছে, তা গ্রাহক-যন্ত্রের এরিয়াল তারে যুক্ত করে দিন। তবে সেখানে এরিয়াল লাগাতে হবে না। এবার গ্রাহক-যন্ত্রের মেন সুইচ অন্‌ করে দেখুন তাকে কোন ফ্রিকোয়েন্সীতে টিউন করলে তা কম ডিষ্টারবেন্স দেয়। এখন এই পরীক্ষায় মেন সুইচ্‌ অন্‌ করে অসিলেটর ভেরিয়েবল কনডেন্সার ঘুরাতে থাকুন—দেখুন কোন সিগন্যাল পাওয়া যায় কিনা। সিগন্যাল পাওয়া গেলেই তাকে টিউন করে রাখুন। এবার মিক্সার ষ্টেজের ভেরিয়েবল কনডেন্সার ঘুরিয়ে দেখুন কত ষ্টেশন এবং তা কত জোরে পাওয়া যায়।

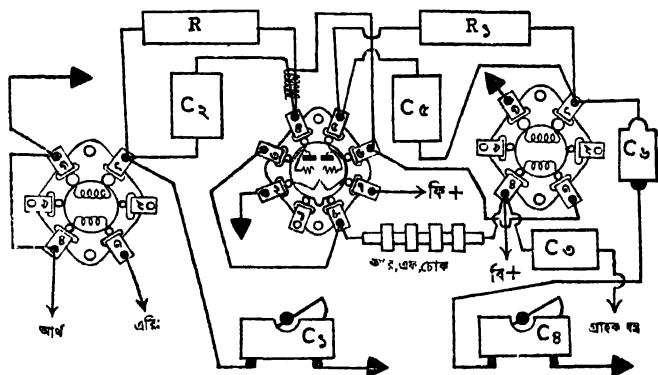
ফলাফল—এতক্ষণ যে পরীক্ষার উল্লেখ করলাম তার প্রধান বিষয়বস্তু হচ্ছে যে কোন গ্রাহক-যন্ত্রকে একটি নির্দ্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সীতে টিউন করা হল। আর অপর একটি সার্কিট দ্বারা একটি ষ্টেশনকে টিউন করে, আর তাকে অসিলেটর সিগন্যালের সঙ্গে একত্রিত করে গ্রাহক-যন্ত্রটি যে ফ্রিকোয়েন্সীতে টিউন করা আছে, তাকে সেই ফ্রিকোয়েন্সী সরবরাহ করা হল। অর্থাৎ ঠিক যা সুপারহেটেরোডাইন গ্রাহক-যন্ত্রে করা হয়ে থাকে। এখানে যে ট্রায়োড কনভার্টার দেখান হল, এখন তা কোন সুপারহেটেরোডাইন রিসিভারেই ব্যবহার করা হয় না। এখন অনেক উচ্চ ক্ষমতা বিশিষ্ট সার্কিট ব্যবহার করা হয়।

ব্যাটারী

পার্টস—পূর্ব্বে ১০ নং পরীক্ষার ব্যাটারী অংশে যে পার্টসগুলি ব্যবহার করা হয়েছিল, সেইগুলি এবং একটি ১ মেগ ওমস্ রেজিষ্ট্যান্স. একটি ৫০ $\mu\mu'd$ বা pf ট্রিমার কনডেন্সার ও একটি ২'৫ mh আর-এফ চোক।

ব্যবহার—২৫৪ নং চিত্রে সার্কিট ও ২৫৫ নং চিত্রে তার প্র্যাকটিক্যাল সংযোগ ব্যবস্থাকে দেখান হয়েছে। পূর্ব্বে যে

২৫৪ নং চিত্র

পরীক্ষা কার্য্য করা হয়েছে, তাকেই কিছু পরিবর্ত্তন করে এই পরীক্ষা কার্য্য চালান হবে। এই পরীক্ষাটি করার পূর্ব্বে মেন সেটের ব্যবহার অংশে যে আলোচনা করেছি, সেটি একবার পড়ে নিলে কাজের সুবিধা হবে বলেই মনে হয়। কারণ এই সার্কিট সম্বন্ধে পূর্ব্বে যা আলোচনা করেছি, এখন তার আর পুনরুল্লেখ করব না। কেবল সংযোগ ব্যবস্থাগুলির উল্লেখ করে যাব। প্রথমে, পূর্ব্বে প্রস্তুত প্র্যাকটিক্যাল অংশের কয়েল বেসের ১ নং পিন ও ভ্যালভ বেসের ৩ নং পিন থেকে ৫ মেগ

ওমস রেজিষ্ট্যান্সকে খুলে ফেলুন। আর তার পরিবর্তে একটি ১ মেগ ওমস রেজিষ্ট্যান্স সেখানে লাগিয়ে দিন। এবার ভ্যালভ বেসের ৩ নং পিন থেকে কনডেন্সার $C_৩$-এর সংযোগ খুলে দিন, আর ঐ ৩ নং পিন থেকে আর-এফ চোকটিকে অসিলেটর কয়েল বেসের ৫ নং পিনে লাগিয়ে দিন। ঐ পিন থেকে কনডেন্সার $C_৩$-এর মুখটি যেন খুলে না যায়। ঐ কনডেন্সারের অপর মুখটি বের করে রেখে দিন। ২৫৫ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, কাজের সুবিধার জন্য আর-এফ চোককে ৮ নং

২৫৫ নং চিত্র

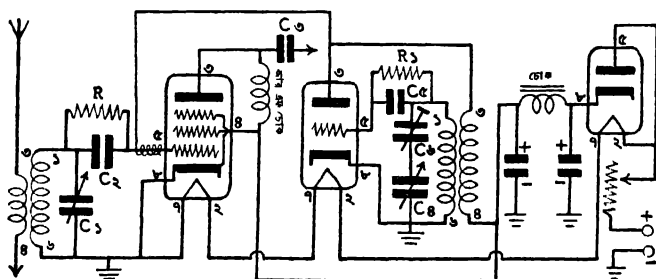
পিন থেকে অসিলেটর কয়েল বেসের ৪ নং পিনে লাগান হয়েছে। আর ভ্যালভ বেসের ৩ নং পিনকে ৮ নং পিনের সঙ্গে তার দ্বারা সর্ট করে দেওয়া হয়েছে। অর্থাৎ ৮ নং পিনকে পোষ্ট হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে। আর একটি পরিবর্ত্তন হচ্ছে ট্রিমার কনডেন্সার $C_৬$ এর সংযোগ। $C_৪$ ভেরিয়েবল কনডেন্সারের ষ্টেটর প্লেট থেকে তারটি খুলে ফেলে $C_৬$ কনডেন্সারের একটি প্লেটের সঙ্গে লাগান। আর অপর প্লেট

থেকে একটি তারকে C_8 কনডেন্সারের ষ্টেটর প্লেটে যুক্ত করুন। এই পরীক্ষায় কোন হেড-ফোনের প্রয়োজন নাই। তবে একটি আলাদা গ্রাহক-যন্ত্রের প্রয়োজন আছে। পরীক্ষা কার্য্য চালাবার সময় কনডেন্সার $C_৩$-এর যে মুখটি খোলা আছে তা ঐ গ্রাহক-যন্ত্রের এরিয়ালের তারের সঙ্গে যুক্ত করতে হবে।

ফলাফল—পূর্ব্বে মেন সেটের সময় বর্ণনা করা হয়েছে।

পরীক্ষা—১২

পেণ্টোড মিক্সার

পার্টস—১১ নং পরীক্ষায় ব্যবহৃত পার্টসগুলি এবং একটি 50L6 GT ভ্যালভ ও একটি 12J5-GT ভ্যালভ আর একটি আট পিন ভ্যালভ বেস।

২৫৬ নং চিত্র

ব্যবহার—১১ নং পরীক্ষায় টুইন ট্রায়োড নিয়ে কাজ করা হয়েছিল। সেই টুইন ট্রায়োডের একটি অংশ মিক্সার ও অপর অংশ অসিলেটর হিসাবে কাজ করান হয়েছিল। কিন্তু এখন ২৫৬ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, এখানে একটি

পেণ্টোড 50L6-GT টিউবকে মিক্সার ও 12J5-GT ট্রায়োড টিউবকে অসিলেটর হিসাবে কাজ করা হয়েছে। সুতরাং পূর্ব্বে ১১ নং পরীক্ষায় যে সব প্র্যাকটিক্যাল সংযোগ ব্যবস্থা দেখান হয়েছে, এখানে তার অনেক পরিবর্ত্তন করতে হবে। কিন্তু ২৫৭ নং চিত্রে উল্লিখিত প্র্যাকটিক্যাল সংযোগগুলি বুঝাবার পূর্ব্বে পাওয়ার সাপ্লাই-এর যে পরিবর্ত্তন প্রয়োজন তার আলোচনা করছি। পূর্ব্বে 50L6-GT টিউব নিয়ে যখন পরীক্ষা কার্য্য বুঝিয়ে ছিলাম, তখন একবার পাওয়ার সাপ্লাই-এর LT রেজিষ্ট্যান্সের এ্যাডজাষ্টমেণ্টকে দেখিয়েছিলাম। কিন্তু সেই এ্যাডজাষ্টমেণ্ট এখানে চলবে না। কারণ তখন কেবলমাত্র 50L6-GT টিউবই ব্যবহার করা হয়েছিল। এখন অর্থাৎ এই পরীক্ষায় আরও একটি টিউব 12J5-GT ব্যবহার করা হয়েছে। এখানে LT-এর মান এইরূপ হবে—

50L6-GT-এর ফিলামেণ্ট ভোল্টেজ—৫০ ভোল্ট

12J5-GT...................... =১২.৬ „

ও রেক্‌টিফায়ার টিউবের ভোল্টেজ আছে ৩৫ ভোল্ট।

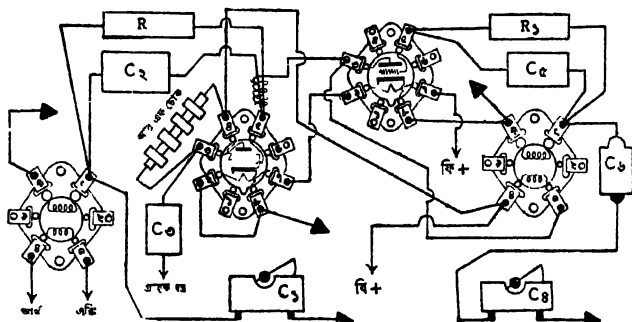
∴ মোট ভোল্টেজ = ৩৫ + ৫০ + ১২.৬ ভোল্ট = ৯৭.৬ ভোল্ট

সুতরাং ভোল্টেজড্রপ = ২২০—৯৭.৬ = ১২২.৪ ভোল্ট।

$$R = \frac{E}{I} = \frac{১২২.৪}{.১৫} = ৮১৬ \text{ ওমস।}$$

এইভাবে LT রেজিষ্ট্যান্সকে এই পরীক্ষার জন্য ঠিক করে নিতে হবে।

এখন ২৫৭ নং চিত্রে যে সকল নির্দ্দেশ দেওয়া হয়েছে, সেই অনুসারে সংযোগগুলি আরম্ভ করুন। প্রথমে চেসিসের "গ" চিহ্নিত ছিদ্রে আট পিন ভ্যালভ বেসটি নাট বল্টু দিয়ে বেশ

শক্ত করে লাগিয়ে দিন। এবার V_1-এর প্রথম পিন থেকে সুরু করুন। V_1 বেসের ১ নং পিনকে ৮ নং পিনের সঙ্গে সর্ট করে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। পূর্ব্বেই বলেছি থিওরিটিক্যাল সার্কিট যাই থাক, তার প্র্যাকটিক্যাল কাজের সময় লক্ষ্য রাখতে হবে, কি প্রকারে তারের সংযোগ ছোট করা যায়। এখানে লক্ষ্য করুন ২৫৬ নং চিত্রে ফিলামেণ্ট সংযোগ ছিল V_1-এর ৭ ও ৮ নং পিন সর্ট করে চেসিস আর ২ নং পিন থেকে পরবর্ত্তী V_2 এর ৭ নং পিন এবং ২ নং পিন থেকে পাওয়ার সাপ্লাই-এর ফিলামেণ্ট। কিন্তু প্র্যাকটিক্যাল সংযোগ

২৫৭ নং চিত্র

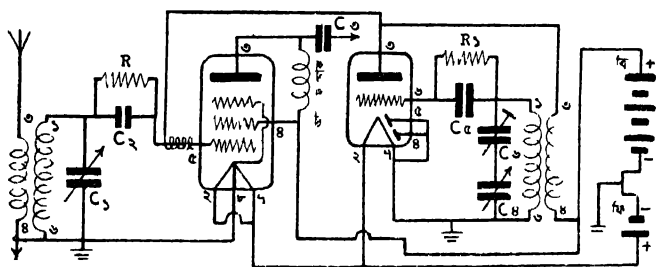
করা হল V_1-এর ২ ও ৮ নং পিন চেসিস আর ৭ নং থেকে V_2-এর ২ নং এবং তার ৭ নং থেকে পাওয়ার সাপ্লাইয়ের ফিলামেণ্ট। সুতরাং ফিলামেণ্ট সার্কিট ঠিক সিরিজেই থাকল, কিন্তু সংযোগ ব্যবস্থার সুবিধা হ'ল। যাক এবার V_1-এর ৩ নং পিনে যে সংযোগ আছে তা খুলে ফেলুন, আর তার পরিবর্ত্তে আর-এফ্ চোকটি ৩নং ও ৪ নং পিনের মধ্যে লাগিয়ে দিন। ৩ নং পিন থেকে C_3 কনডেন্সারের একদিক যুক্ত

করে অপর দিক গ্রাহক-যন্ত্রের জন্য বের করে রাখুন। ৪ নং পিন থেকে অসিলেটর কয়েল বেসের ৪ নং পিনে একটি তার যুক্ত করুন। আর ঐ ৪ নং পিন থেকে বি+এর জন্য একটি তার বের করে রাখুন। $V_১$ বেসের ৫ নং পিন থেকে কনডেন্সার $C_২$ ও রেজিষ্ট্যান্স Rকে মিক্সার কয়েল বেসের ১ নং পিনে যুক্ত করুন। এখানে R-এর মান হচ্ছে ১ মেগ ওমস। ৭ নং পিন থেকে একটি তার $V_২$ এর ২ নং পিনে যুক্ত করুন। মিক্সার কয়েল বেসের ১ নং পিন থেকে $C_১$ ভেরিয়েবল কনডেন্সারের ষ্টেটর প্লেটে একটি তার যুক্ত করুন। তবে যদি ১১ নং পরীক্ষার এই অংশের সংযোগগুলি খুলে ফেলে না থাকেন, তবে এই অংশকে ২৫৭ নং চিত্রের সঙ্গে মিলিয়ে নিন। দেখবেন মিক্সার কয়েল অংশ পূর্ব্বের ন্যায়ই আছে। এবার $V_২$ বেসের সংযোগ আরম্ভ করুন। ৩ নং পিন থেকে একটি তার পূর্ব্বের ব্যবহৃত ইনস্যুলেটেড হুক-আপ-ওয়ারটিকে $V_১$-এর ৫ নং পিনের তারের উপর শক্ত করে কয়েলের আকারে জড়িয়ে দিন। $V_২$ এর ৫ নং পিন থেকে $C_৫$ ও $R_১$ কে অসিলেটর কয়েল বেসের ১ নং পিনে যুক্ত করুন। ঐ ১ নং পিন থেকে পূর্ব্বের ১১ নং পরীক্ষায় যে সংযোগ ব্যবস্থা ছিল ঠিক সেইরূপই হবে। $V_২$এর ৭ নং পিন থেকে ফিলামেণ্ট+ এর জন্য একটি তার যুক্ত করে রাখুন। পরীক্ষাটি করার সময় কনডেন্সার $C_৩$কে গ্রাহক-যন্ত্রের এরিয়াল তারের সঙ্গে যুক্ত করতে হবে। আর ১১ নং পরীক্ষায় যে ভাবে টেষ্ট করতে বলা হয়েছে এখানেও সেই পথ অবলম্বন করতে হবে।

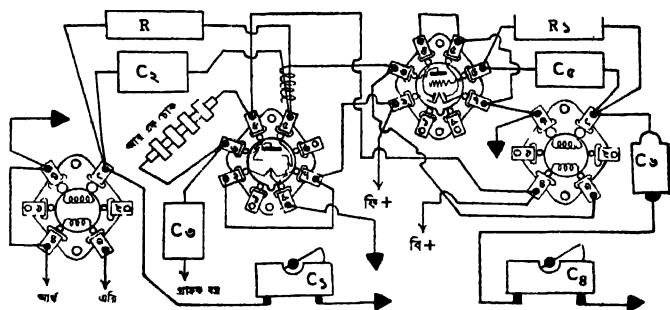
ফলাফল—এই পরীক্ষায় পেণ্টোড টিউব ব্যবহার করায় সার্কিটের কোয়ালিটি বৃদ্ধি পাবে।

ব্যাটারী

পার্টস—১১ নং পরীক্ষার ব্যাটারী অংশে ব্যবহৃত পার্টস-গুলি এবং একটি 3Q5 ভ্যালভ, পূর্ব্বে ব্যবহৃত 1H6-GT ভ্যালভ ও একটি আট-পিন ভ্যালভ বেস।

ব্যবহার—২৫৮ নং চিত্রে এই পরীক্ষার ব্যাটারী অংশের সার্কিট ও ২৫৯ নং চিত্রে তার প্র্যাকটিক্যাল সংযোগ ব্যবস্থাকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, পূর্ব্ব পরীক্ষার ব্যাটারী অংশে টুইন-ট্রায়োড টিউব ব্যবহার করা হয়েছিল। কিন্তু এখানে মিক্সার হিসাবে একটি পেণ্টোড এবং

২৫৮ নং চিত্র

অসিলেটর হিসাবে একটি ট্রায়োড ব্যবহার করা হয়েছে। পূর্ব্বে যে সংযোগ ব্যবস্থা দেখান হয়েছিল, এবার তার কিছু পরিবর্ত্তন করতে হবে। প্রথমে পূর্ব্বে ব্যবহৃত চেসিসের 'গ' চিহ্নিত ছিদ্রে আট পিন ভ্যালভ বেসটিকে নাট-বল্টু দিয়ে বেশ শক্ত করে লাগিয়ে নিন। ২৫৯ নং চিত্রে দেখুন এই ভ্যালভটিকে $V_২$ হিসাবে উল্লেখ করা হয়েছে। ২৫৯ নং চিত্রে যে সংযোগ ব্যবস্থা দেখান হয়েছে, সেই অনুসারে সংযোগগুলি করতে

আরম্ভ করুন। পূর্ব্বে ১১ নং পরীক্ষায় মিক্সার কয়েল বেসের যে সকল সংযোগগুলি দেখান হয়েছিল, এবারেও সেই সংযোগ-গুলিই থাকবে তার কোন পরিবর্ত্তন হবে না। কেবল পূর্ব্বে মিক্সার কয়েল বেসের ১ নং পিন থেকে $V_১$ এর ৪ নং পিনে $C_২$ ও Rকে যুক্ত করা ছিল—এবাব সেগুলিকে সেখান থেকে খুলে নিয়ে ঐ $V_১$ বেসেরই ৫ নং পিনে লাগিয়ে দিন। $V_১$ বেসের ২ নং ও ৭ নং পিন সর্ট কবে দিন এবং ৭ নং পিন থেকে একটি তার $V_২$ বেসের ২ নং পিনে যুক্ত করুন আর ঐ ২ নং পিন থেকে ফি+এর জন্য একটি তার যুক্ত করে রাখুন এবং

২৫৯ নং চিত্র

৭ নং পিনকে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। পূর্ব্বে $V_১$ বেসের ৩ নং ও ৮ নং পিন সর্ট করা ছিল এবং ৮ নং পিন থেকে আর-এফ চোকটি অসিলেটর কয়েল বেসের ৪ নং পিনে ছিল। এখন তাকে $V_১$ বেসের ৩ নং ও ৪ নং পিনের সঙ্গে যুক্ত করুন। আর ৩ নং পিন থেকে $C_৩$ কনডেন্সারকে যুক্ত করে রাখুন। ৪ নং পিন থেকে একটি তার অসিলেটর কয়েল বেসের ৪ নং পিনে যুক্ত করুন, আর ৪ নং পিন থেকে বি+এর জন্য

একটি তার বের করে রাখুন। ৮ নং পিনকে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। $V_২$ বেসের ৩ নং পিন থেকে পূর্ব্বে ব্যবহৃত হুক-আপ-ওয়ারটি $V_১$ বেসের ৫ নং পিনের তারের সঙ্গে কয়েলের ন্যায় জড়িয়ে দিন। $V_২$ বেসের ৪ নং ও ৫ নং পিন ৭ নং পিনের সঙ্গে সর্ট করে দিন। ৩ নং পিন থেকে একটি তার অসিলেটর কয়েলের ৩ নং পিনে যুক্ত করুন। $V_২$ বেসের ৬ নং পিন থেকে কনডেন্সার $C_৫$ ও রেজিষ্ট্যান্স $R_১$ কে অসিলেটর কয়েল বেসের ১ নং পিনে যুক্ত করুন। ১ নং পিন থেকে একটি তার $C_৬$ এর একটি পিনে এবং অপর পিন থেকে আর একটি তার ভেরিয়েবল কনডেন্সার $C_৪$ এর ষ্টেটর প্লেটে যুক্ত করুন। রোটর প্লেটকে চেসিসে সোল্ডার করে দিন অসিলেটর কয়েল বেসের ৬ নং পিনকে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। পরীক্ষা করার সময় $C_৩$ কনডেন্সারকে গ্রাহক-যন্ত্রের সঙ্গে যুক্ত করে দিন।

এখন পূর্ব্বে মেন সেটের সময় যে ভাবে ভেরিয়েবল কনডেন্সারকে এ্যাডজাষ্ট করে পরীক্ষা করার নির্দ্দেশ দেওয়া হয়েছে, এখানেও ঠিক সেইভাবে পরীক্ষাকার্য্য চালাতে হবে।

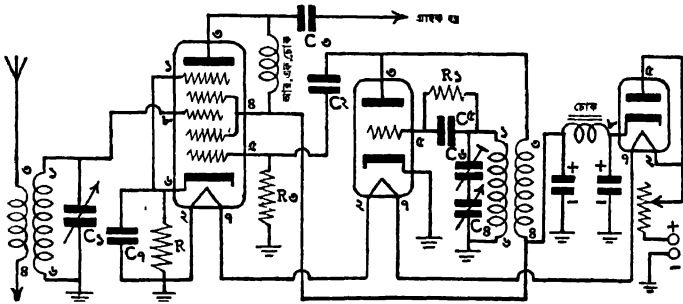
ফলাফল—পূর্ব্বে মেন সেটের ন্যায়ই হবে।

পরীক্ষা—১৩

পেণ্টাগ্রিড-মিক্সার

পার্টস—দু'টি ভেরিয়েবল কনডেন্সার $C_১$ ও $C_৩$, একটি ৫০ পি-এফ্ ট্রিমার কনডেন্সার $C_৬$, দু'টি ২০০ পি এফ, বা $\mu\mu fd$ $C_২$ ও $C_৫$ কনডেন্সার, দু'টি ·০১ কনডেন্সরে $C_৩$ ও

$C_{৭}$ একটি ২০০ ওমস রেজিষ্ট্যান্স R, একটি ২০ কিলো ওমস রেজিষ্ট্যান্স $R_{৩}$ এবং একটি ৫০ কিলো ওমস রেজিষ্ট্যান্স $R_{১}$, ২·৫ *mh* আর-এফ্ চোক, একটি রেডিও গ্রাহক-যন্ত্র, ও 12SA7 ও 12J5-GT টিউব।

ব্যবহার—২৬০ নং চিত্রে পেণ্টাগ্রিড মিক্সার ও ট্রায়োড অসিলেটর সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। ২৬১ নং চিত্রে অঙ্কিত প্র্যাকটিক্যাল সংযোগগুলি বুঝাবার পূর্ব্বে পাওয়ার সাপ্লাই এর L. T. রেজিষ্ট্যান্সের পরিবর্ত্তন ঠিক করে নিন। পূর্ব্বে ১১ নং পরীক্ষায় ১২·৬ ভোল্টের টিউব ব্যবহার করা

২৬০ নং চিত্র

হলেও তথায় দু'টি টিউবের অর্থাৎ টুইন-ট্রায়োডের ফিলামেণ্ট এক থাকায় তাদের ফিলামেণ্ট ভোল্টেজ ছিল ১২·৬ ভোল্ট। কিন্তু এই পরীক্ষায় 12SA7 এবং $V_{২}$ হিসাবে 12J5-GT টিউব ব্যবহার করায় তাদের মোট ফিলামেণ্ট ভোল্টেজ হবে :—

৩৫ + ১২·৬ + ১২·৬ = ৬০·২ ভোল্ট

সুতরাং ভোল্টেজ ড্রপ হবে ২২০—৬০·২ = ১৫৯·৮

$$R=\frac{E}{I}=\frac{১৫৯\cdot৮}{১৫}=\frac{১৫৯৮০}{১৫}=১০৬৫ \text{ ওমস}$$

অবশ্য আসল রেজিষ্ট্যান্স হয় ১০৬১'৩ কিন্তু এক্ষেত্রে ১০৬১ ওমস ব্যবহার করলেই চলবে।

২৬১ নং চিত্রে প্র্যাকটিক্যাল সংযোগ ব্যবস্থাকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। পূর্ব্বে ১২ নং পরীক্ষার যে সংযোগ ব্যবস্থা দেখান হয়েছিল, এখানে সেই ব্যবস্থা আর চলবে না। সুতরাং পূর্ব্বের সমস্ত সংযোগগুলি খুলে ফেলতে হবে। কেবল ভ্যালভ বেস ও কয়েল বেসগুলি যেরূপ ছিল তাই থাকবে, আর অসিলেটর অংশের সংযোগগুলি না খুললেও চলে কারণ অসিলেটর অংশ প্রায় পূর্ব্বের ন্যায়ই থাকবে। এবার 22SA7

২৬১ নং চিত্র

অর্থাৎ $V_১$ এর সংযোগ আরম্ভ করুন। প্রথমে মিক্সার কয়েল বেসের ১ নং পিন থেকে একটি তার ভেরিয়েবল কনডেন্সার $C_১$ এর ষ্টেটর প্লেটে লাগাতে আর ঐ কনডেন্সারের পিন থেকে একটি তার $V_১$এর ৮ নং পিনে যুক্ত করুন। এবার $V_১$ এর ১ নং পিনকে ৬ নং পিনের সঙ্গে সর্ট করে দিন এবং সুবিধামত ১ নং অথবা ৬ নং পিন থেকে কনডেন্সার $C_৭$ ও রেজিষ্ট্যান্স Rকে প্যারালালভাবে চেসিসের সঙ্গে সোল্ডার করে দিন, সেই

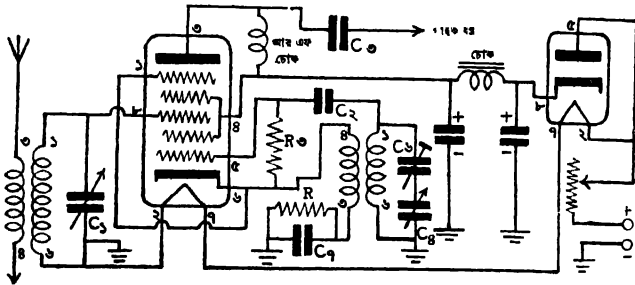
সঙ্গে ২ নং পিনকে চেসিসের সঙ্গে যুক্ত করে দিন। ৭ নং পিন থেকে $V_২$এর ২ নং পিনে একটি তার যুক্ত করুন। $V_২$ এর ৭ নং পিনকে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। $V_১$এর ৩ নং পিন থেকে ৪ নং পিনে আর এফ্ চোকটি লাগান অবশ্য পূর্ব্বেও অর্থাৎ ১২ নং পরীক্ষায়ও এই চোকটি ৩ ও ৪ নং পিনের সঙ্গে যুক্ত ছিল। ৩ নং পিন থেকে $C_৩$ কনডেন্সারকে যুক্ত করে রাখুন। ৪ নং পিন থেকে একটি তার অসিলেটর কয়েল বেসের ৪ নং পিনে যুক্ত করুন আর ঐ কয়েল বেসের ৪ নং পিন থেকে বি-এর জন্য একটি তার বের করে রাখুন। $V_১$ এর ১ নং পিন থেকে রেজিষ্ট্যান্স $R_৩$কে চেসিসে সোল্ডার করে দিন আর কনডেন্সার $C_২$ কে $V_২$ এর ৩ নং পিনে যুক্ত করুন। ঐ ৩ নং পিন থেকে একটি তার অসিলেটর কয়েল বেসের ৩ নং পিনে সোল্ডার করে দিন। $V_২$ এর আর সকল সংযোগ পূর্ব্বের ১২ নং পরীক্ষার ন্যায়ই হবে।- পরীক্ষা করার সময় $C_৩$ এর একটি মুখ গ্রাহক-যন্ত্রের এরিয়াল তারের সঙ্গে যুক্ত করতে হবে। আর একটি প্রয়োজনীয় বিষয় জেনে রাখা প্রয়োজন। এই মিক্সার সার্কিট ব্যাটারীর কাজে ব্যবহার করা যায় না। তাই এই পবীক্ষায় ব্যাটারী অংশ বাদ দেওয়া হয়েছে।

ফলাফল—যখন সমগ্রভাবে একটি গ্রাহক-যন্ত্রের সার্কিট ডায়গ্রাম ও তার প্র্যাকটিক্যাল দেওয়া হবে, তখন এইরূপ মিক্সার ষ্টেজ সেখানে দেওয়া হবে। অনেক আধুনিক সুপার-হেটেরোডাইন গ্রাহক-যন্ত্রে এই সার্কিট ব্যবহার করতে দেখা যায়। এই সার্কিটের প্রধান গুণ হচ্ছে হাই ফ্রিকোয়েন্সীর কাজেও এই সার্কিট বেশ ষ্টেবল অর্থাৎ স্থিরভাবে কাজ দেয়। কোনরূপ ডিসটরশনের সৃষ্টি করে না।

পরীক্ষা—১৪

সিঙ্গল টিউব ফ্রিকোয়েন্সি কনভার্টার

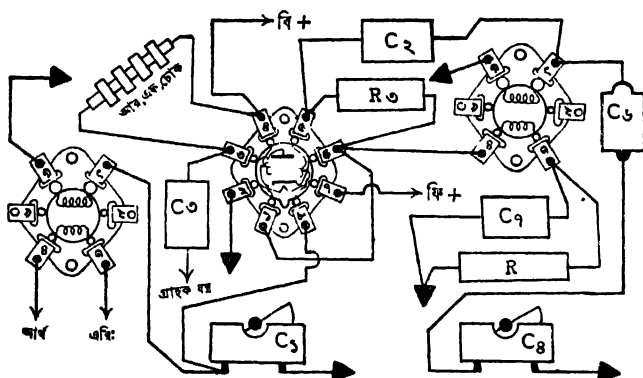
পার্টস—পূর্ব্বে ১৩ নং পরীক্ষায় ব্যবহৃত পার্টসগুলি।

ব্যবহার—এই পরীক্ষায় কেবলমাত্র একটি পেণ্টাগ্রিড টিউব নিয়ে কাজ করা হবে। এখানে যে 12SA7 টিউবটি ব্যবহার করেছি সেটি নিজেই মিক্সার ও অসিলেটরের কাজ করবে। ২৬২ নং চিত্রে যে সার্কিট অঙ্কন করেছি সেই সার্কিট বহু আধুনিক আই-এফ্ ষ্টেজ ব্যবহৃত গ্রাহক-যন্ত্রে দেখতে পাওয়া যায়। ২৬৩ নং চিত্রে প্রাকৃটিক্যাল সংযোগ ব্যবস্থাকে

২৬২ নং চিত্র

অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। সকলের পূর্ব্বে এবারেও পাওয়ার সাপ্লাই-এর L. T রেজিষ্ট্যান্সকে এ্যাডজাষ্ট (adjust) করে নিতে হবে। তবে এবারে আর এখানে তার কঙ্ক কষে দেখান না কারণ পূর্ব্বে ১০ নং বা ১১ নং পরীক্ষায় একটি ভ্যালভ ব্যবহার করে L. T. রেজিষ্ট্যান্সের যে adjustment দেখান হয়েছিল এবারেও ঠিক সেইভাবে ঐ রেজিষ্ট্যান্সকে ঠিক

করে নিন। যেহেতু এই পরীক্ষায় 12J5-GT টিউব ব্যবহার করা হয়নি, সেহেতু $V_২$ এর ভ্যালভ বেসের এখানে আর কোন প্রয়োজন নাই। এখানে কেবল দু'টি ভ্যালভ বেস ও একটি টিউব বেসের প্রয়োজন। পূর্ব্বে ১৩ নং পরীক্ষায় যেভাবে সংযোগ ব্যবস্থা দেখান হয়েছিল মিক্সার কয়েল বেসের সংযোগ ঠিক সেইভাবেই থাকবে। কেবল অসিলেটর কয়েল বেসের সংযোগের কিছু পরিবর্ত্তন করা হবে। পূর্ব্বে $V_১$ টিউবের ১ নং পিন যেরূপ ৬ নং পিনের সঙ্গে সর্ট করা ছিল এবারেও ঠিক তাই থাকবে, আর ৬ নং পিন থেকে যে কনডেন্সার $C_৭$ ও R প্যারালালভাবে চেসিসে সোল্ডার করা ছিল এখন তাদেরকে সেখান থেকে খুলে ফেলে অসিলেটর কয়েল বেসের ৩ নং পিনে লগোতে হবে। আর ঐ বেসের ৪ নং পিনকে তার দ্বারা $V_১$ এর ৬ নং পিনের সঙ্গে সর্ট করে দিতে হবে।

এখানে একটি কথা বলে রাখা প্রয়োজন যে, যদি সার্কিট পরীক্ষার সময় দেখেন যে অসিলেটর অংশ কাজ করছে না, তবে অসিলেটর কয়েল বেসের সংযোগ দু'টি উল্টে দেবেন। অর্থাৎ $V_১$ এর ৬ নং পিন থেকে যে তারটি কয়েল বেসের ৪ নং পিনে আছে তাকে ঐ বেসের ৩ নং পিনে লাগান, আর ৩ নং পিনে যে কনডেন্সার $C_৭$ ও রেজিষ্ট্যান্স R আছে তাকে ৪ নং পিনে লাগিয়ে দিন। যদি সার্কিটটি পরীক্ষা করার সময় দেখেন যে তা ঠিক কাজ করছে, তথাপি এই সংযোগগুলি করে দেখবেন তার ফল কি হয়। $V_১$ এর ২ নং পিন পূর্ব্বেই চেসিসে সোল্ডার করা আছে। ৩ নং পিন ও ৪ নং পিন থেকে অসিলেটর কয়েল বেসের ৪ নং পিনে যে সংযোগ আছে কয়েল বেসের ঐ পিন থেকে তা খুলে ফেলতে হবে। আর তার পরিবর্ত্তে চিত্রে যেরূপ দেখান হয়েছে $V_১$ এর ৪ নং পিন থেকে বি + এর জন্য একটি তার বের করে রাখুন। পূর্ব্বে

৫ নং পিন থেকে রেজিষ্ট্যান্স $R_৩$ কে চেসিসে সোল্ডার করা ছিল এবারে কিন্তু ঐ সোল্ডারের মুখ খুলে ফেলে তাকে ৬ নং পিনে লাগিয়ে দিয়ে হবে। অর্থাৎ ঐ $R_৩$ কে ৫ নং ও ৬ নং পিনের মধ্যে লাগাতে হবে। আর ৫ নং পিন থেকে যে $C_২$ কনডেন্সারকে পূর্ব্বে $V_২$ এর ৩ নং পিনে যুক্ত করা ছিল এখন তাকে ঐ ৩ নং পিন থেকে খুলে ফেলে অসিলেটর কয়েল বেসের ১ নং পিনে লাগাতে হবে। আর কয়েল বেসের ১ নং পিন থেকে পূর্ব্বে যেরূপ সংযোগ ছিল এখনও সেইরূপই

২৬৩ নং চিত্র

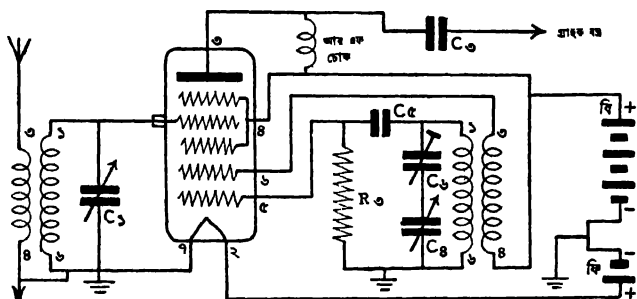
থাকবে। পূর্ব্বে $V_১$ এর ৭ নং পিন থেকে $V_১$ এর ২ নং পিনের সঙ্গে একটি তার যুক্ত ছিল। কিন্তু এখন $V_২$ বেসের কোন সংযোগ নাই। তাই ঐ $V_১$ এর ৭ নং পিন থেকেই ফি+ এর জন্য তার বের করে রাখতে হবে। সংযোগ ব্যবস্থা সব শেষ হয়ে গেল। এখন সমগ্র প্র্যাকটিক্যাল সার্কিটকে ২৬২ নং চিত্রের সঙ্গে মিলিয়ে নিন। গ্রাহক-যন্ত্রের সংযোগ পূর্ব্বে যেরূপ হয়েছিল এখনও ঠিক সেইরূপই হবে।

ফলাফল—এর পূর্ব্বে যে সকল ফ্রিকোয়েন্সী কনভার্টার সার্কিট সম্বন্ধে আলোচনা করেছি তাদের চেয়ে এই সার্কিট অনেক উচ্চ স্তরের কাজ দেবে। পূর্ব্বে আলাদাভাবে অসিলেটর সার্কিট এবং তার সঙ্গে আলাদাভাবে অসিলেটর ভ্যালভ থাকায় অসিলেটরী ভোল্টেজ অসিলেটর টিউব থেকে মিক্সার টিউবে যাওয়ার পথে অনেক শক্তি ক্ষয় করে অর্থাৎ সার্কিটের লস্ অনেক হয়। অবশ্য সংযোগ তার যদি ছোট বা সর্ট করা যায় তবে ঐ লস্ কম হয় তথাপি লস্ কিছু থাকেই। কিন্তু এখানে লক্ষ্য করুন আলাদা কোন অসিলেটর ভ্যালভ ব্যবহার করা হয়নি অর্থাৎ টিউবের ইণ্টারন্যাল ইলেক-ট্রোডকে অসিলেটর গ্রিড ও প্লেট হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে সুতরাং মিক্সার ও অসিলেটরের মধ্যে সংযোগ ব্যবস্থা এর চেয়ে আর সর্ট হতে পারে না। তাই এই সার্কিটের রিসেপশন উচ্চ মাত্রার হয়ে থাকে।

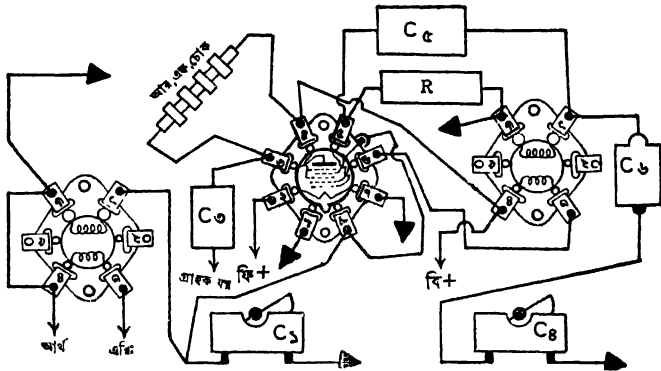
ব্যাটারী

পার্টস—দু'টি ভেরিয়েবল কনডেন্সার $C_১$ ও $C_৪$, একটি ৫০ পি-এফ ট্রিমার কনডেন্সার $C_৬$, দু'টি ১০০ পি-এফ $C_২$ ও $C_৫$ কনডেন্সার, দু'টি '০১, $C_৩$ ও $C_৭$ কনডেন্সার, একটি ২০ কিলো ওমস্ $R_৩$ রেজিষ্ট্যান্স, ২'৫ *mh* আর এফ চোক, একটি 1A7-GT ভ্যালভ ও একটি গ্রাহক-যন্ত্র।

ব্যবহার—২৬৪ নং চিত্রে সার্কিট ও ২৬৫ নং চিত্রে তার প্র্যাকটিক্যাল সংযোগ ব্যবস্থাকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এই পরীক্ষায় মেন সেটের সময় যে সার্কিট দেওয়া হয়েছিল এখানের ২৬৪ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে তার সঙ্গে

এই সার্কিটের কিছু পার্থক্য বর্ত্তমান। তথাপি এই সার্কিট, পূর্ব্বের বর্ণিত সার্কিটের ন্যায়ই কাজ দেবে। এই সার্কিট সম্বন্ধে মেন সেটের সময় যে সকল কথা বলেছি এই ব্যাটারী সেট পরীক্ষা করার পূর্ব্বে তাকে একবার ভাল করে পড়ে বুঝবার চেষ্টা করবেন। এখানে কেবল এই সার্কিটের প্র্যাকটি-ক্যাল সংযোগ ব্যবস্থাকে দেখান হয়েছে। ১২ নং পরীক্ষার সময় যে সকল সংযোগ ব্যবস্থা দেখান হয়েছিল এখন তাদেরকে খুলে ফেলতে হবে। আর পূর্ব্বে $V_২$ ব্যবহার করা হয়েছিল

২৬৪ নং চিত্র

কিন্তু এখানে তার কোনই প্রয়োজন নাই। প্রথমে মিক্সার কয়েল বেসের ৪ নং ও ৬ নং পিন সর্ট করে ৬ নং পিনকে চেসিসে সর্ট করে দিন। ৪ নং পিন থেকে এরিয়াল যুক্ত করুন। ১ নং পিন থেকে ভেরিয়েবল কনডেন্সারের ষ্টেটর প্লেট ও ঐ থেকে $V_১$ এর ৮ নং পিনে তার সোল্ডার করুন আর ৮ নং পিন থেকে উপরের গ্রিডের জন্য একটি তার সোল্ডার করে রাখুন। কনডেন্সার $C_১$ এর রোটর প্লেটকে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। এবার $V_১$ বেসের ১ নং পিনকে চেসিসে সোল্ডার

করুন কারণ টিউব ম্যানুয়াল খুলে দেখুন 1A7-GT টিউবের ১ নং পিনে 'BC' লেখা আছে। আর BC মানে হচ্ছে বেস কনেকশন। ২ নং পিন থেকে ফি+এর জন্য তার যুক্ত করুন ও ৩ নং পিন থেকে $C_৩$ কনডেন্সারকে যুক্ত করে রাখুন। ৪ নং পিনকে অসিলেটর কয়েলের ৪ নং পিনে যুক্ত করুন ও ঐ পিন থেকে বি+এর জন্য একটি তার বের করে রাখুন। $V_১$ এর ৫ নং পিন থেকে $C_৫$ কনডেন্সারকে অসিলেটর কয়েল

২৬৫ নং চিত্র

বেসের ১ নং পিনে লাগান আর ঐ ৫ নং পিন থেকে $R_৩$ রেজিষ্ট্যান্সকে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। ৬ নং পিন থেকে একটি অসিলেটর কয়েল বেসের ৩ নং পিনে যুক্ত করুন। আর ৭ নং পিনকে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। অসিলেটর কয়েল বেসের ১ নং পিন থেকে পূর্ব্বের ন্যায় একটি তার $C_৬$ ট্রিমার কনডেন্সারের একটি প্লেটেও ঐ কনডেন্সারের অপর প্লেট থেকে $C_৪$ ভেরিয়েবল কনডেন্সারের ষ্টেটর প্লেটে তার দ্বারা সংযোগ

করুন। আর রোটর প্লেটকে চেসিসে সোল্ডার করে দিন। পরীক্ষাটি করার সময় C_3 কনডেন্সারকে গ্রাহক-যন্ত্রের সঙ্গে যুক্ত করতে হবে।

ফলাফল—মেন সেটের সময় এই সার্কিটের ফলাফল আলোচনা করা হয়েছে।

উনবিংশ অধ্যায়

গ্রাহক-যন্ত্র নির্ম্মাণ-প্রণালী

এ পর্য্যন্ত যে সকল পরীক্ষা দেখান হল এই অধ্যায়ে তাদের উপর নির্ভর করেই একটি অল-ওয়েভ রেডিও গ্রাহক-যন্ত্রের নির্ম্মাণ-কৌশল ও তার বিভিন্ন সংযোগ ব্যবস্থাকে অঙ্কন করে দেখাব। সাধারণতঃ যেভাবে সুপারহেটেরোডাইন গ্রাহক-যন্ত্র প্রস্তুত হয়ে থাকে তারই সার্কিট এখানে দেওয়া হল। এ সার্কিট ব্যবহারের একটি প্রধান অসুবিধা থাকায় প্রথমেই সে সম্বন্ধে আলোচনা করে নেওয়া প্রয়োজন মনে করি—এখানে যে আই-এফ ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা হয়েছে, গ্রাহক-যন্ত্র প্রস্তুত করার পর অনেক সময় তাকে টিউন করার প্রয়োজন হয়। অর্থাৎ ধরুন আমাদের ইণ্টারমিডিয়েট ফ্রিকোয়েন্সী হচ্ছে ৪৬৫ কিঃ সাঃ। কিন্তু যদি ঐ ব্যবহৃত ট্রান্সফরমার দু'টি ঐ নির্দ্দিষ্ট ফ্রিকোয়েন্সীতে টিউন না থাকে, তবে সেট প্রস্তুত করার পর কোন ষ্টেশনই পাওয়া যাবে না। সেক্ষেত্রে তাকে সিগন্যাল জেনারেটর দিয়ে টিউন করে নিতে হয়। তাই ১ নং চিত্রে যে সার্কিট দেওয়া হয়েছে তাকে প্রস্তুত করার পর যদি দেখা যায় যে সমস্ত সার্কিট ঠিক আছে এবং গ্রিডে বেশ ভালই এ্যামপ্লিফিকেশন আওয়াজ আছে, তথাপি ষ্টেশন বাজছে না তবে আমার মনে হয়, তখন আই-এফ. ট্রান্সফরমার দু'টিকে সিগন্যাল জেনারেটর দিয়ে টিউন করা প্রয়োজন। এ সম্বন্ধে পরে আলোচনা করার ইচ্ছা রহিল।

এখন যে সার্কিটের প্র্যাকটিক্যাল অঙ্কন করে দেখাব তাকে প্রকৃতপক্ষে অলওয়েভ সুপারহেটেরোডাইন বলা যায় না ঠিক মত বলতে গেলে তাকে মিডিয়াম ব্যাণ্ড সুপারহেটেরো-ডাইন সেট বলতে হয়। এখানে একটা প্রশ্ন হয়তো উঠতে পারে যে, এই প্রাকটিক্যালে সম্পূর্ণরূপে অল ওয়েভ সুপারহেট সেটের (যা আজকাল বাজারে চলতি) নির্ম্মাণ কৌশল দেখালাম না কেন? কিন্তু এই বই-এর প্রথম খণ্ডে ও দ্বিতীয় খণ্ডের সুরু থেকেই বলে আসছি যে বহুতর পরীক্ষার মধ্য দিয়ে আজকের এই আধুনিক অলওয়েভ সুপারহেটেরোডাইন রিসিভার আত্মপ্রকাশ করেছে। আর এর নির্ম্মাণ কৌশলও অত্যন্ত জটিল। তাই তাকে প্রথমে সহজ করে নির্ম্মাণ করে দেখান হল। তৃতীয় খণ্ডে এ সম্বন্ধে আর কিছু আলোচনা করে নিয়ে তবে তার অন্যান্য ব্যাণ্ডের কয়েল সংযোগ দেখাব। এখানে একটি কথা বলে রাখা প্রয়োজন মনে করি যে, যিনি এক ব্যাণ্ডের সার্কিট ডায়গ্রাম ঠিক মত বঝতে পারবেন, তিন ব্যাণ্ড বা তার বেশী ব্যাণ্ড কয়েল সংযোগ করা তার পক্ষে মোটেই শক্ত নয়। পরে ব্যাণ্ড সুইচ্ বুঝিয়ে নিয়ে তবে অন্যান্য ব্যাণ্ডের কয়েল সংযোগ বুঝাব।

২৬৬ নং চিত্রে সমগ্র গ্রাহক-যন্ত্রের চেসিসের উপরের অংশকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এইভাবে গ্রহেক-যন্ত্রের সমস্ত খুঁটিনাটি অংশ দেখিয়ে দেওয়ার প্রধান কারণ হচ্ছে যাতে প্র্যাকটিক্যাল কাজ করতে কোন অসুবিধা না হয়। গঠন-কৌশল দেখানর পূর্ব্বে সেট সম্বন্ধে কিছু বলে নেওয়া প্রয়োজন মনে করি। ২৬৭ নং চিত্রে যে Schematic Diagram দেওয়া হল ২৬৮ নং ও ২৬৯ নং চিত্রে তার প্র্যাকটিক্যাল সার্কিটকেও অঙ্কন করে দেখান হল। এই সেটটি যে কোন এসি-ডিসি সাপ্লাই থেকে কাজ করবে। এই সার্কিট গঠনে যে সকল পার্টস

লাগবে তা নিম্নে দেওয়া হল। আর যে সাংকেতিক চিহ্ন প্রত্যেক পার্টসের জন্য ব্যবহার করা হয়েছে তারও নির্দ্দেশ ঐ তালিকায় দেওয়া হল।

পার্টস

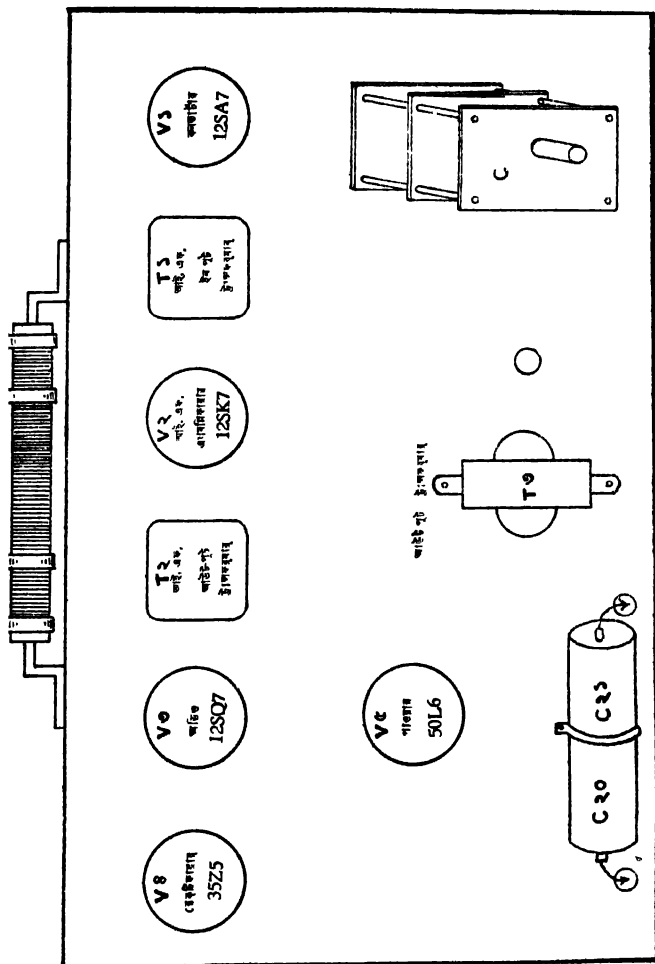
$C_{১}$	=	১০০	$\mu\mu fd$	মাইকা	কনডেন্সার
$C_{২}$	=	·০২	μfd	টিউবলার	”
$C_{৩}$	=	১০০	$\mu\mu fd$	মাইকা	”
$C_{৪}$	=	·০২	μfd		”
$C_{৫}$	=	৫০	$\mu\mu fd$	ট্রিমার	”
$C_{৬}$, $C_{৮}$	=	৫০০	”	ভেরিয়েবল গ্যাংগ	”
$C_{৭}$	=	৫০	”	ট্রিমার	”
$C_{৯}$	=	১০০	”	মাইকা	”
$C_{১০}$	=	·০১	μfd		”
$C_{১১}$, $C_{১২}$	=	·১৫	”		”
$C_{১৩}$, $C_{১৭}$	=	১০০	$\mu\mu fd$	মাইকা	”
$C_{১৪}$	=	·১	μfd	”	”
$C_{১৫}$	=	·০১	”	”	”
$C_{১৬}$	=	·০৫	”	”	”
$C_{১৮}$	=	২৫	”	২৫ ভোল্ট ইলেকট্রোলিটিক	কডেন্সার
$C_{১৯}$	=	·০২	”	”	”
$C_{২০}$, $C_{২১}$	=	১৬+১৬ ক্যান টাইপ			”
$C_{২২}$	=	·০১	”		”
$R_{১}$	=	৩	মেগ	ওমস	রেজিষ্ট্যান্স
$R_{২}$	=	২০	কিলো	”	”
$R_{৩}$	=	৫০০	”	” ½ ওয়াট	”

$R_{৪}$ = ৫০ কিলো ওমস ½ ওয়াট রেজিষ্ট্যান্স
$R_{৫}$ = ১·৫ মেগ " "
$R_{৬}$ = ৫০ কিলো " "
$R_{৭}$ = ·৫ মেগ ওমস ভ্যলুম কন্ট্রোল (সুইচ সহ) "
$R_{৮}$ = ৫০ কিলো ওমস রেজিষ্ট্যান্স
$R_{৯}$ = ·২৫ মেগ " "
$R_{১০}$ = ৫ " " "
$R_{১১}$ = ·৫ " " "
$R_{১২}$ = ১৮০ " ১ ওয়াট "
$R_{১৩}$ = ·১৫ এ্যাম্পিয়ার সিরিজের L. T. "
$T_{১}$ = আই-এফ্ ইন্‌পুট ট্রান্সফরমার ৪৬৫ কিঃ সাঃ
$T_{২}$ = " আউট পুট " " "
$T_{৩}$ = 50L6 এর " " " "
$T_{৪}$ = এল এফ্ ফিল্টার চোক ৬০ মিলি অথবা ৮০ মিলি

ভ্যালভ—12SA7, 12SK7, 12SQ7, 50L6, 35Z5

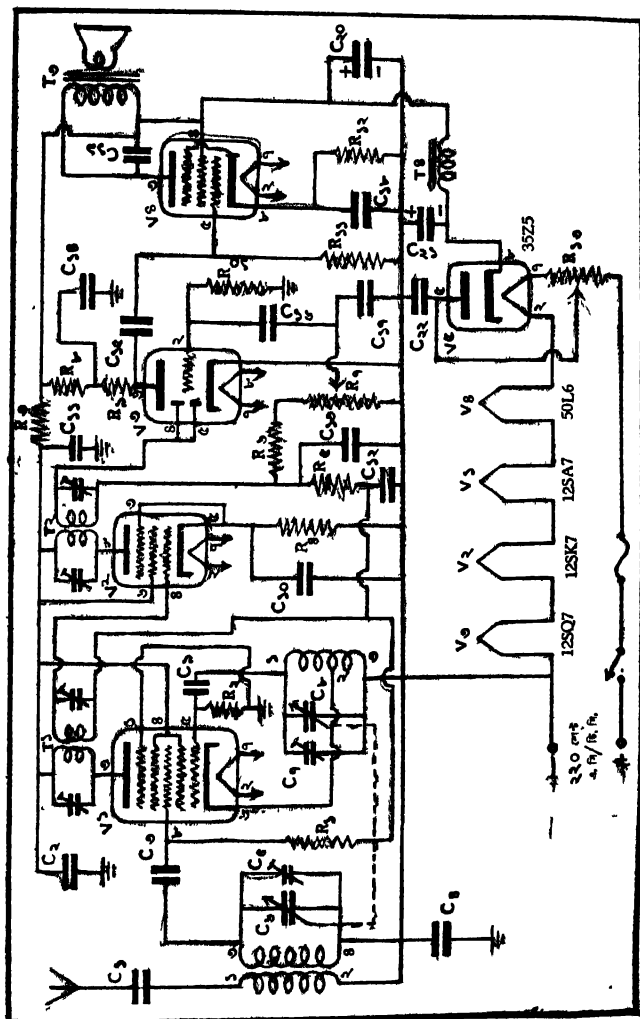
$L_{১}$ ও $L_{২}$—এরিয়াল ও গ্রিড্ কয়েল।
$L_{৩}$ —অসিলেটর কয়েল।

নির্ম্মাণ কৌশল :—

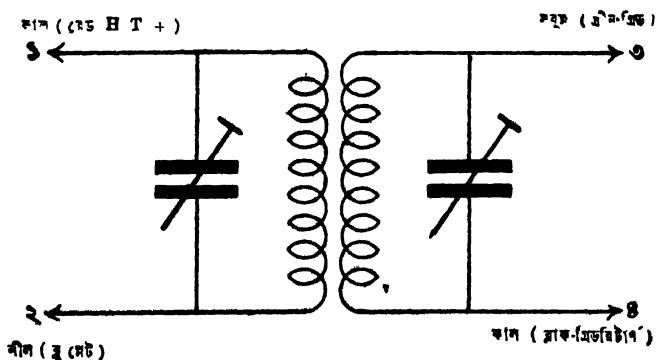
প্রথমে ভ্যালভ বেস ও কয়েল বেসগুলি চেসিসের নীচের দিক থেকে লাগিয়ে নাট বল্টু দিয়ে চেসিসের গায়ে শক্ত করে বসিয়ে দিন, দেখবেন বেসগুলির key way যেন ৩ নং চিত্র অনুযায়ী থাকে। কারণ তা না হলে যখন সেট নিয়ে wiring করতে বসবেন তখন ভুল সংযোগ হয়ে যেতে পারে।

২৩৬ নং চিত্র—চেসিসের উপরের অংশ

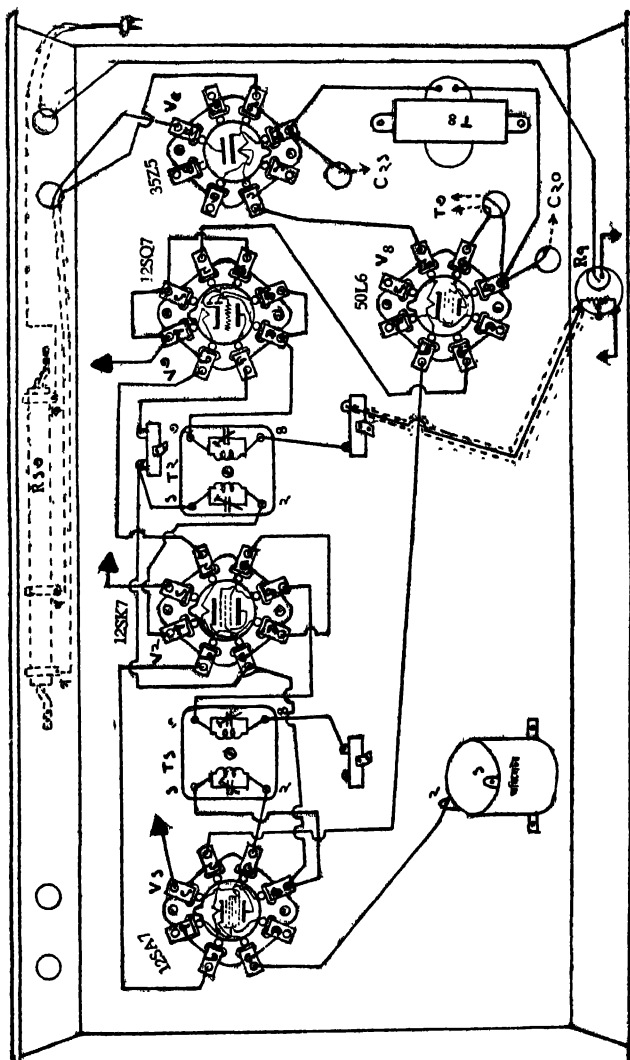
ফিল্টার চোক (T_8)'কে চেসিসের নীচে ২৬৯ নং চিত্র অনুযায়ী চেসিসের কোণে আড়াআড়িভাবে বসিয়ে নাট-বল্টু দিয়ে শক্ত করে বসিয়ে দিন। আর তার দু'টিকে যথাক্রমে রেক্‌টিফায়ার টিউবের (35z5) ৮ নং পিন ও আউট-পুট টিউবের ৪ নং পিনে আলগাভাবে লাগিয়ে রাখুন। আউটপুট ট্রান্সফরমার ($T_৩$) কে চেসিসের উপর নাট-বল্টু দিয়ে শক্ত করে লাগিয়ে দিন। ট্রান্সফরমারের প্রাইমারীর তারকে ছিদ্রের মধ্যদিয়ে চেসিসের নীচের দিকে পাওয়ার টিউবের ৩ নং ও ৪ নং পিনে লাগাতে হবে। আর সেকেণ্ডারী লীড্ স্পীকারের জন্য চেসিসের উপর দিকেই থাকবে। এবার আই-এফ ট্রান্সফরমার দু'টিকে চেসিসের যে স্থানে চিহ্নিত করা হয়েছে সেখানে নাট-বল্টু দিয়ে আটকে দিন, দেখবেন ইনপুট ও আউট-পুট লিখিত ট্রান্সফরমার দু'টি যেন ঠিক ভাবে বসান হয়। প্রত্যেক আই এফ ট্রান্সফরমারের চারটি তার থাকে। ঐ তারগুলির রং চার রকম থাকে, যথা—নীল (Blue), সবুজ (Green), কাল (Black) ও লাল (Red)। কোন তারটি কোথায় যুক্ত করতে হবে তা প্র্যাকটিক্যাল চিত্রে দেওয়া আছে। কাজের সুবিধার জন্য ২৬৮ নং চিত্রে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

এবার কয়েলগুলি চেসিসের নীচের দিকে বসিয়ে নিন। কয়েল বুঝাবার সময় তার যাবতীয় নির্দ্দেশ দেওয়া হয়েছে। চিত্র লক্ষ্য করুন অসিলেটর কয়েলকে চেসিসের নীচে দাঁড় করান অবস্থায় এবং গ্রিড ও এরিয়াল কয়েলকে শোয়ান অবস্থায় অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

প্র্যাক্‌টিক্যাল কাজ আরম্ভ করার পূর্ব্বে যে সব জিনিষগুলি স্মরণ করিয়ে দেওয়া প্রয়োজন তা হচ্ছে টিউব সকেট ও চেসিসে সোল্ডারিং সম্বন্ধে, অবশ্য ও সম্বন্ধে প্রথম খণ্ডে আলোচনা করা হয়েছে তথাপি যাতে মনে থাকে তার জন্য এখানে পুনরুল্লেখ

২৬৭ নং চিত্র—এসি/ডিসি সুপারহেটেরোডাইনের সার্কিট

করলাম। যে সব ভ্যালভ বেস ব্যবহার করা হয়েছে, তাতে কাজ করার পূর্ব্বে তার পিনগুলিকে ছুরি বা ব্লেড দিয়ে পরিষ্কার করে নেওয়া অবশ্য কর্ত্তব্য। কারণ এই পিনগুলির গায়ে এক প্রকার কোটিং লাগান থাকে, যা বিদ্যুৎ চলাচলের পথে একপ্রকার ইনস্যুলেশন হয়ে রেজিষ্ট্যান্সের সৃষ্টি করে।

চেসিসে সোল্ডার করার বেলায়ও ঐ একই কথা। কারণ চেসিসের সাথে যদি ভাল সংযোগ না হয়, তাহলে নেগেটিভ

২৬৮ নং চিত্র—আই এফ্ ট্রান্সফরমার

পোটেনশিয়ালের অভাব হেতু সেটটি নাও বাজতে পারে। কাজে কাজেই সোল্ডাব যাতে ভাল হয়. তার জন্য চেসিসের যে স্থানে সোল্ডার করা হবে, সেই স্থানটি প্রথমে সোল্ডারিং আয়রণ দ্বারা উত্তপ্ত করে নিতে হবে। কিন্তু তার পূর্ব্বে একটি ব্লেড বা ছুরি দিয়ে ঐ স্থানের ইনস্যুলেশন তুলে নিতে হবে। তারপর খানিকটা সোল্ডার দিয়ে জায়গাটির চারিদিক ভাল করে লাগিয়ে দিতে হবে ও পরে সংযোগের তারটি সেইস্থানে রেখে পুনরায় সোল্ডার করে দিলেই চলবে।

২৬৩ নং চিত্র—কেবল তারের সংযোগগুলিকে দেখান হয়েছে

গঠন-প্রণালী :—

চেসিসের সামনের দিকে ও পিছনের দিকে ২" ইঞ্চি উচ্চতার বিট্ আছে। সামনের বিটে ২৬৯ নং চিত্রে যেভাবে দেখান হয়েছে ঠিক সেইভাবে একটি ভ্যলুম কণ্ট্রোল ($R^৭$) কে ও অপর দিকে গ্রিড কয়েলকে শোয়ান অবস্থায় লাগিয়ে দিন। পিছনের বিটে ফিলামেণ্ট রেজিষ্ট্যান্স ($R_{১৩}$) কে চেসিসের পিছন দিক দিয়ে শক্ত করে লাগিয়ে দিন। ফিলামেণ্ট রেজিষ্ট্যান্সকে কিন্তু ঠিক করে নিতে হবে। ২৬৯ নং চিত্র লক্ষ্য করলে দেখতে পাবেন যে, ফিলামেণ্ট রেজিষ্ট্যান্সে তিনটি ক্লাম্প যথাক্রমে ক, খ এবং গ দ্বারা চিহ্নিত করা হয়েছে। 'ক' চিহ্নিত ক্লাম্পে মেন লাইনের এক প্রান্ত, 'খ' চিহ্নিত ক্লাম্পে রেক্‌টিফায়ার টিউবের প্লেট সাপ্লাই এবং 'গ' ক্লাম্পে ফিলামেণ্ট সাপ্লাই লাইন যুক্ত করতে হবে। মেন লাইনের অপর প্রান্ত ভল্যুম কণ্ট্রোলেব সঙ্গে লাগান সুইচেব এক প্রান্তের সঙ্গে যুক্ত হবে।

এবার ফিলামেণ্ট রেজিষ্ট্যান্সের মান নির্ণয় করতে হবে। ক ও খ এর মধ্যকার রেজিষ্ট্যান্স হবে ২০০ ওমস। ক ও গ এর মধ্যকার রেজিষ্ট্যান্স নির্ণয় করতে হবে। সূত্র অনুযায়ী :—

ফিলামেণ্টগুলির মোট ভোল্টেজ :—

১২.৬ + ১২.৬ + ১২.৬ + ৫০ + ৩৫ = ১২২.৮ ভোল্ট

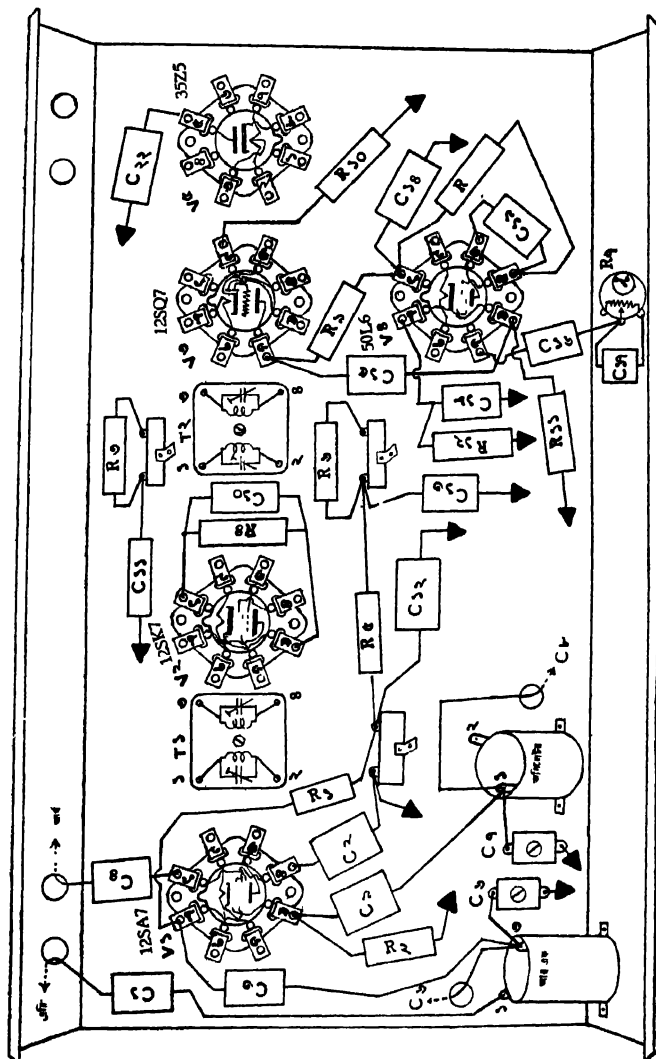
সুতরাং ড্রপিং ভোল্টেজ :—

২২০ — ১২২.৮ — ৯৭.২ ভোল্ট

$$R = E \quad R = \frac{৯৭.২}{.১৫}$$

$$R: \frac{৯৭২০}{১৫}$$

R = ৬৪৮ ওমস্

35Z5
12SQ7
50L6
12SK7
12SA7
T১
T২

সুতরাং এক্ষেত্রে ক ও গ এর মধ্যকার রেজিষ্ট্যান্স হবে ৬৪৮ ওমস্।

এইভাবে বেজিষ্ট্যান্সকে ঠিক করে নিয়ে ২৬৯ নং চিত্রের নির্দ্দেশ অনুযায়ী ওয়ারিং করে যান এবং প্রতিটি সংযোগের পর সার্কিটটিকে ২৬৭ নং চিত্রের সার্কিট ডায়গ্রামের সঙ্গে মিলিয়ে দেখুন যে সংযোগগুলি ঠিক আছে কি না। মাঝে মাঝে দেখতে পাবেন ভ্যালভ বেসের কয়েকটা পিন যেমন আউট-পুট টিউবের ৬ নং ও ১ নং পিনগুলিতে টিউবেব নিজস্ব কোন সংযোগ না থাকা সত্ত্বেও কতকগুলি তার যুক্ত করা আছে। তার কাবণ পিনগুলির সাথে টিউবেব আভ্যন্তরীণ সংযোগ না থাকায় ঐগুলি খালি থাকে। তাই সেগুলিকে পোষ্ট পয়েন্ট হিসাবে ব্যবহার কবা হয়েছে। অবশ্য এত করা সত্ত্বেও কতকগুলি আলাদা Binding post ব্যবহাব করতে হয়েছে।

২৭০ নং চিত্রে সার্কিটের কনডেন্সার ও বেজিষ্টান্স সংযোগ-গুলিকে আলাদাভাবে দেখান হয়েছে। এই চিত্র অনুযায়ী বাকী অংশগুলিকে লাগিয়ে সমস্ত প্র্যাক্‌টিক্যাল অংশকে ২৬৭ নং চিত্রের সার্কিট ডায়গ্রামের সঙ্গে মিলিয়ে নিন।

সংযোগ ব্যবস্থার সময় বিশেষভাবে লক্ষ্য রাখতে হবে যে, খুব অল্প তাবে ও পরিষ্কারভাবে যেন সমস্ত সংযোগ করা হয়। গ্রাউণ্ড সংযোগগুলি চেসিসের গায়েই করতে হবে। ফলে নেগেটিভ সংযোগের জন্য আর লম্বা লম্বা তার টানতে হবে না।

সেটটিতে আর একটি লক্ষ্য করার বিষয় হচ্ছে ভূমি-সংযোগ। চিত্র লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, একটি কনডেন্সারের মধ্যদিয়ে ভূমি-সংযোগকে চেসিসে যুক্ত করা হয়েছে। কারণ যাদের মেন লাইন নেগেটিভ এ্যালাইভ তাদের চেসিসে সর্ট

থাকে। তাই যদি ভূমি-সংযোগকে সোজা চেসিসের সঙ্গে যুক্ত করা হয় তবে অনেক সময় ফিউজ হয়ে যায়।

কয়েল :—২৭১ নং চিত্রে কয়েল অঙ্কন করে দেখান হল। এখানে যেভাবে কয়েল গঠন করেছি ঠিক সেইভাবে সমস্ত নির্দ্দেশ অনুসরণ করে কয়েল গঠন করলে সেট ঠিক মতই বাজবে। কাজের সুবিধার জন্য প্র্যাকৃটিক্যালের সঙ্গে সঙ্গে ১, ২, ৩ ও ৪ নং দিয়ে দেওয়া হল। অনেকে হয়ত প্রশ্ন করবেন যে, কয়েলগুলিকে আলাদা ভ্যালভ বেসের উপর বসান হল না কেন। প্রথম হচ্ছে জায়গা ও দ্বিতীয় হচ্ছে কাজের সুবিধার জন্যও এইরূপ ব্যবস্থা করা হয়নি।

কয়েল প্রস্তুত করার পূর্ব্বে একটি কথা বলে রাখা প্রয়োজন মনে করি। আমি যে কয়েল এখানে অঙ্কন করে দিয়েছি, তাকে ঠিকভাবে প্রস্তুত করা অনেক শিক্ষার্থীদের পক্ষে হয়তো সম্ভবপর হবে না। সম্ভবপর হবে না মানে হয়তো পাক (Turns) গণ্ডগোল হবে, নয়তো হাতে ঠিকমত শক্ত করে গুটাতে গিয়ে তার ছিঁড়ে যাবে, না হয় আলগা রয়ে যাবে। যার ফলে হবে কি কয়েলের ফ্রিকোয়েন্সী পরিবর্ত্তিত হবে। উদাহরণ স্বরূপ একটি জায়গার উল্লেখ করা যায়। ২৭১ নং চিত্রে লক্ষ্য করুন আর-এফ্ এরিয়াল কয়েল $\frac{1}{4}$" ইঞ্চির মধ্যে ১২৫ পাক জড়াতে হবে। সুতরাং বুঝে দেখুন একটি লেয়ারের উপর আর একটি লেয়ার জড়াতে হবে। সুতরাং কাজ অত্যন্ত দুরূহ। তাই আমার মতে কেবলমাত্র এই কয়েলগুলি বাজার থেকে কিনে লাগানই শ্রেয়। হয়তো অনেকে মনে করছেন এ আবার কি রকম কথা, শিক্ষা দিতে বসে কিনে নেবার কথা কেন? পূর্ব্বেই বলেছি যে রেডিও থিওরীর কতকগুলি জায়গা আছে যা বুঝা অত্যন্ত দুরূহ। কয়েল অংশ তারই অন্তর্ভুক্ত। তাই এখনও অর্থাৎ এ খণ্ডেও কয়েল ক্যালকুলেশন দেখান হয়নি। আমার

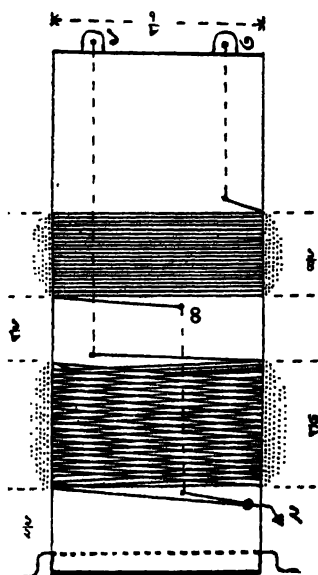
বাস্তব অভিজ্ঞতা থেকে বলছি অধিকাংশ শিক্ষার্থীই এই কয়েল ঠিকমত গঠন করতে পারেন না। তাই বাস্তব দৃষ্টিভঙ্গী নিয়ে দেখতে গেলে সমস্ত জিনিসই পরিষ্কার ভাবে বলে দেওয়া প্রয়োজন। বাজারেব কয়েলে প্রত্যেক পয়েন্টের উপর রং দেওয়া থাকে অর্থাৎ কলার কোড দেওয়া থাকে। কয়েলের সঙ্গে একটি কাগজে কিরূপ সংযোগ হবে তাব নির্দ্দেশও দেওয়া থাকে। সুতরাং সংযোগের কোন অসুবিধাই দেখা দেয় না।

যাক এখন আসল আলোচনায় আসা যাক। চিত্রে অঙ্কিত কয়েলকে দু'টি ভাগ করে দিয়েছি। একটি আর-এফ্ কয়েল ও অপরটি অসিলেটর কয়েল।

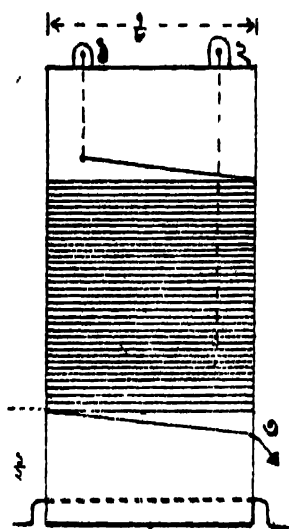
আর-এফ্ কয়েল—৭/৮″ ইঞ্চি ডায়মেটার যুক্ত অর্থাৎ ১″ ইঞ্চিতে যে ৮ ভাগ থাকে, তার ৭ ভাগ ডায়মেটার যুক্ত ও ২″ ইঞ্চি লম্বা একটি কয়েল ফরমার নিতে হবে।

এবার ৩৬ নং এনামেল তার নিয়ে ও কয়েল বেসের নীচ থেকে ১/২″ ইঞ্চি বাদ দিয়ে ২ নং থেকে "Clock wise" ভাবে গুটাতে আরম্ভ করুন। ৭/৮″ ইঞ্চির মধ্যে ১২৫ পাক গুটাতে হবে। প্রথমে কয়েলের ১/২″ ইঞ্চি বাদ দিয়ে ৭/৮″ একটি দাগ দিয়ে নিন। তারপর ঐ জায়গার মধ্যে তার জড়াতে আরম্ভ করুন। একটি লেয়ার জড়িয়ে নিন। তারপর তার উপর আর এক লেয়ার জড়ান। এইভাবে ১২৫ পাক জড়িয়ে নিয়ে ১ নং পয়েন্টের সঙ্গে সোল্ডার করে দিন। আর ২ নং কে চেসিসের সঙ্গে সোল্ডার করতে হবে। এবার ১/৮ বাদ দিয়ে গ্রিড কয়েল জড়াতে আরম্ভ করুন। ৪ নং কেও ২ নং-এর সঙ্গে যুক্ত করতে হবে। কারণ ৪ নং চেসিসে যুক্ত হবে। এই যে কয়েল জড়াবেন একেও "Clock wise" ভাবে জড়াতে হবে। আর ১/৪″ ইঞ্চির মধ্যেই তাকে রাখতে হবে। ৮১ পাক ৩৬ নং এনামেল তার দিয়ে জড়াবার পর তাকে ৩ নং

পিনে সোল্ডার করে দিতে হবে। এই হল আর-এফ্ কয়েলের মোটামুটি বিবরণ। এবার অসিলেটর কয়েল।

অসিলেটর কয়েল—পূর্ব্বে যে ডায়মেটার যুক্ত কয়েল ফরমারের কথা উল্লেখ করেছি অসিলেটর কয়েলের বেলাতেও

২৭১ নং চিত্র—আর-এফ্ কয়েল

ঐ একই ডায়মেটার (অর্থাৎ $\frac{7}{8}$" ইঞ্চি) যুক্ত ও ১$\frac{১}{২}$" ইঞ্চি লম্বা কয়েল ফরমার নিয়ে কাজ করতে হবে। এবারে অসিলেটর কয়েলের জন্য ৩৫ নং এনামেল তারের প্রয়োজন। প্রথমে কয়েল ফরমারটিকে নীচের দিকে ধরে এবং নীচ থেকে $\frac{১}{২}$" ইঞ্চি বাদ দিয়ে ৩৫ নং এনামেল তারকে "Clock

wise" ভাবে গুটাতে থাকুন। তারের মুখটি ৩ নং পিনে আর্থ করার জন্য যুক্ত করে রাখুন। ৭ পাক গুটাবার পর তাকে ২ নং পিনের সঙ্গে যুক্ত করুন। তারপর আবার গুটাতে থাকুন এবং ৪৩ পাক শেষ করে ১ নং পিনে যুক্ত করুন। ৭

২৭২ নং চিত্র—অসিলেটর কয়েল

পাক থেকে যে তার ২ নং-এ নিয়ে গেলেন তাকে বলা হয় ৭ পাক থেকে ট্যাপিং করা। সমগ্র কয়েলকে ২৭৫ নং চিত্রে অঙ্কন করে দেখান হল।

বিংশ অধ্যায়

ব্যাটারী গ্রাহক-যন্ত্র

মফঃস্বল অঞ্চলে কোন বিদ্যুৎ সরবরাহের ব্যবস্থা না থাকায় সেখানকার শিক্ষার্থীদের সুবিধার জন্য একটি ব্যাটারী সেট নির্ম্মাণের সহজ চিত্র দেওয়া হল। একটি কথা এখানে বলে রাখা প্রয়োজন মনে করি। তা হচ্ছে যে এই ব্যাটারীর প্র্যাকটিক্যাল কাজ করার সময় খুব সাবধানতা অবলম্বন করতে হবে। কারণ ব্যাটারীর ভোল্টেজ অত্যন্ত কম। সুতরাং সোল্ডারিং করার সময় সংযোগ বিন্দুর মধ্যে যদি কোন রকম রেজিষ্ট্যান্সের সৃষ্টি হয়, তবে সেটের আওয়াজ কম হবে। ২৭৩ নং চিত্রে এর সার্কিট ডায়গ্রাম ও ২৭৪ ও ২৭৫ নং চিত্রে তার প্র্যাক্‌টিক্যাল সংযোগ ব্যবস্থাকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। চিত্রে পার্টসগুলির পরিবর্ত্তে যে সকল নির্দ্দেশ ব্যবহার করা হয়েছে তাদের একটি তালিকা নিম্নে দেওয়া হল :—

পার্টস—

$C_১$	=	১০০	$\mu\mu fd$	মাইকা	কনডেন্সার
$C_২$, $C_৭$	=	৫০০	,,	ভেরিয়েবল গ্যাং	,,
$C_৩$	=	৫০	,,	ট্রিমার	,,
$C_৪$	=	১০০	,,	মাইকা	,,
$C_৫$	=	,,	,,	,,	,,
$C_৬$	=	৫০	,,	ট্রিমার	,,
$C_৮$	=	·০২	μfd	,,	,,

$C_{৯}$	=	·০২	μfd		কনডেন্সার
$C_{১০}$	=	০৫	,,		,,
$C_{১১}$	=	১০০	$\mu\mu fd$	মাইকা	,,
$C_{১২}$	=	·০০২	μfd		,,
$C_{১৩}$	=	,,	,,		,,
$C_{১৪}$	=	,,	,,		,,
$C_{১৫}$	=	৮	,,	ইলেকট্রোলিটিক	,,
$R_{১}$	=	৩	মেগ	ওমস	রেজিষ্ট্যান্স
$R_{২}$	=	·১	,,	,,	,,
$R_{৩}$	=	২০	কিলো	,,	,,
$R_{৪}$	=	,,	,,	,,	,,
$R_{৫}$	=	৩	মেগ	,,	,,
$R_{৬}$	=	৫০	কিলো	,,	,,
$R_{৭}$	=	·৫ মেগ ওমস ভল্যুম কন্ট্রোল (সুইচ সহ)			
$R_{৮}$	=	১	মেগ	ওমস	রেজিষ্ট্যান্স
$R_{৯}$	=	১০	,,	,,	,,
$R_{১০}$	=	১	,,	,,	,,
$R_{১১}$	=	·৫	,,	,,	,,
$R_{১২}$	=	৫০০	ওমস		,,

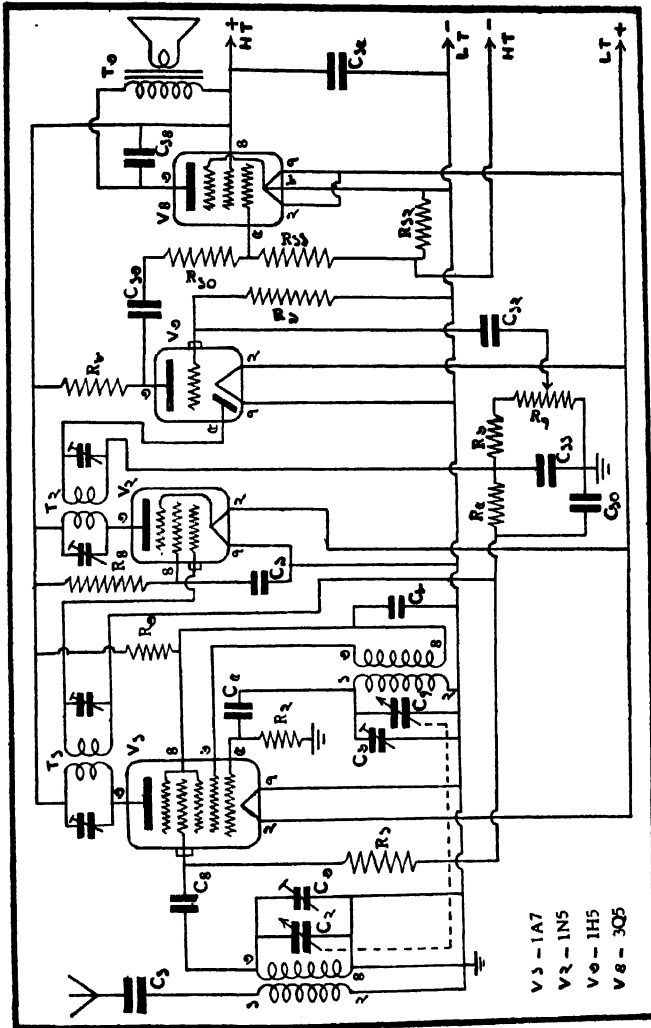
$T_{১}$—$T_{২}$—আই-এফ্ ইনপুট ও আউটপুট ট্রান্সফরমার।

$T_{৩}$—3Q5 এর আউট-পুট ট্রান্সফরমার

ভ্যালভ—1A7, 1N5, 1H5 ,3Q5

৯০ ভোল্ট H. T. ব্যাটারী ও ১½ ভোল্ট L. T. ব্যাটারী।

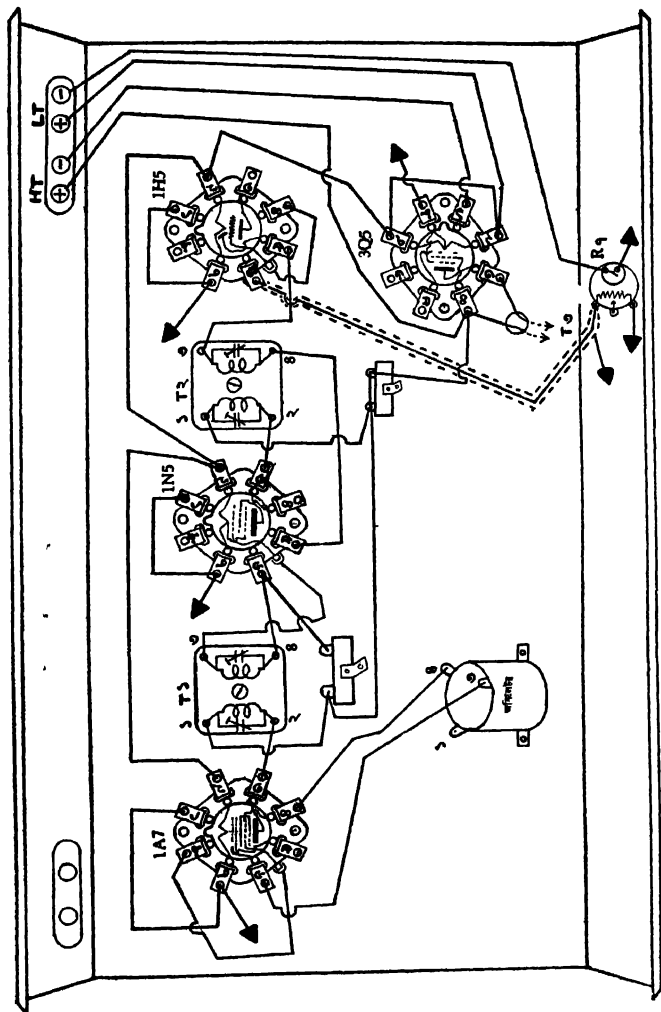
গঠন প্রণালী—২৭৪ নং চিত্রে এই পরীক্ষার প্র্যাকটিক্যালকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। প্রথকে চিত্র অনুযায়ী সব ক'টি ভ্যালভ বেসকে শক্ত করে চেসিসের সঙ্গে লাগিয়ে দিন। লক্ষ্য

+ HT
- LT
- HT
LT +
V১ — 1A7
V২ — 1N5
V৩ — 1H5
V৪ — 3Q5

রাখবেন ভ্যালভ বেসগুলির key way যেন যেভাবে অঙ্কন করা হয়েছে ঠিক সেইভাবে থাকে। এই পরীক্ষার সব চেয়ে বেশী গুরুত্বপূর্ণ অংশ হচ্ছে ৪ পিন ব্যাটারী প্লাগ।, কারণ ৪টি পিনের মধ্যে ২টি ১½ ভোল্ট ফিলামেন্টের জন্য আর দু'টি ৯০ ভোল্ট প্লেটের জন্য। সুতরাং যদি কখনও সংযোগ উল্টো হয়ে যায় তবে ফিলামেন্টের দিকে প্লেটের ৯০ ভোল্ট গিয়ে সব ক'টি ভ্যালভকেই নষ্ট করে দেবে।

এবার ২৭৪ নং চিত্র অনুসারে সংযোগ করে যান এবং প্রত্যেকটি সংযোগের পর ২৭৩নং চিত্রের সঙ্গে তাকে মিলিয়ে দেখুন যে সংযোগগুলি ঠিক আছে কি না। এইভাবে সমস্ত সংযোগগুলি শেষ হলে বাকি রেজিষ্ট্যান্স ও কনডেন্সারগুলিকে ২৭৫ নং চিত্র অনুসারে লাগিয়ে সমস্ত সার্কিটকে ২৭৩ নং চিত্রের সার্কিট ডায়গ্রামের সঙ্গে পুঙ্খানুপুঙ্খরূপে মিলিয়ে নিন।

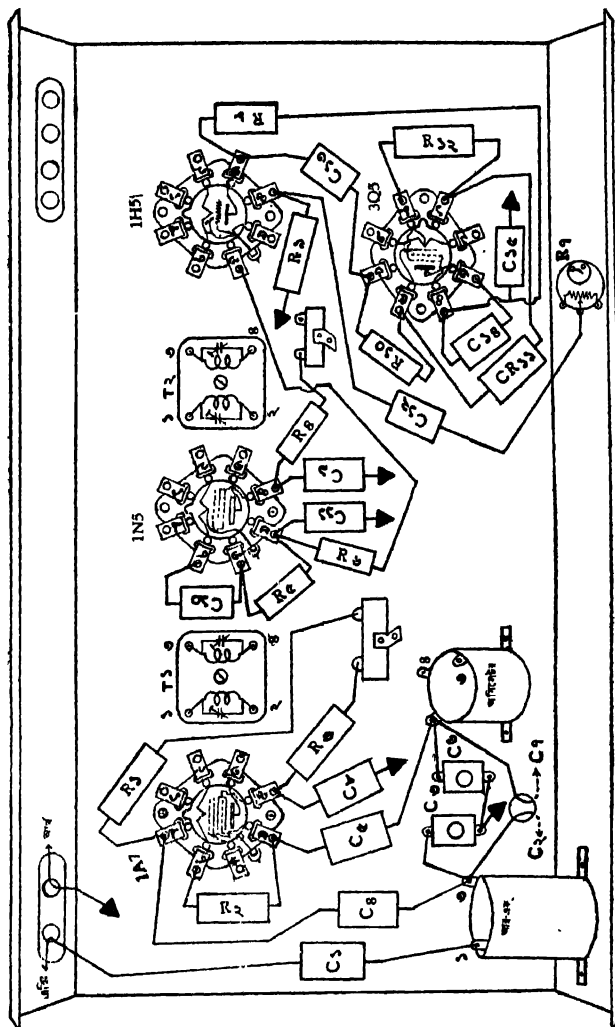
কয়েল নির্ম্মাণ কৌশল—কয়েল নির্ম্মাণ করার পূর্ব্বে মেন সেটের কয়েল অংশে যে আলোচনা করেছি তা পড়ে নেওয়া প্রয়োজন বলে মনে করি। শুধু কয়েল কেন সমগ্র মেন সেটের বিষয়বস্তুকে একবার পড়ে নিলে কাজের সুবিধা হবে বলেই মনে হয়।

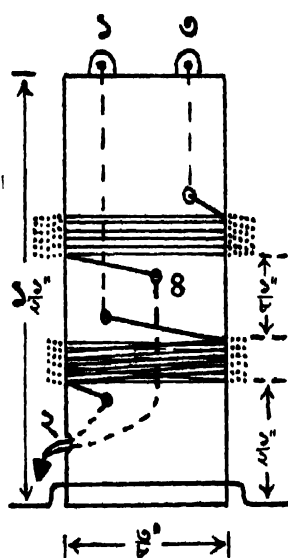
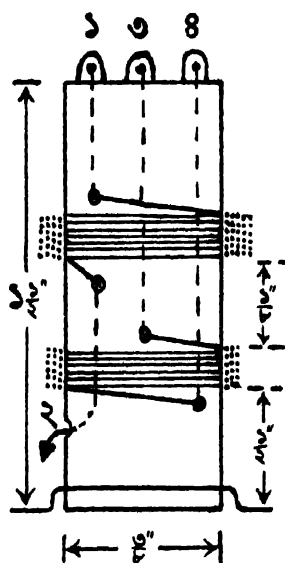
ব্যাটারীর কয়েলের জন্য ⅞″ ডায়মেটার যুক্ত কয়েল ফরমারের প্রয়োজন—আর ঐ ফরমারের দৈর্ঘ্য হবে ১½ ইঞ্চি। পূর্ব্বে মেন সেটের বেলায় যেমন কয়েল অংশকে দু' ভাগে ভাগ করা হয়েছিল। এবারেও তাকে ঠিক সেই দু' ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা—আর-এফ্ কয়েল ও অসিলেটর কয়েল। এই উভয় কয়েলের জন্যই ৪০ S. W. G. এনামেল তারের প্রয়োজন।

আর এফ্ কয়েল—কয়েল ফরমারের নীচের দিক থেকে

২৭৪ নং চিত্র—ব্যাটারী গ্রাহক-যন্ত্রের কেবল তারের সংযোগ

½" ইঞ্চি বাদ দিয়ে ২৭৬ নং চিত্রে যে ভাবে দেখান হয়েছে ঠিক সেই ভাবে ৪০নং এনামেল তার দিয়ে "Clock wise" ভাবে ৩৯ পাক গুটাতে আরম্ভ করুন। ঐ তারের ৫ পাক গুটানর পর তাকে উপরের থাকে নিয়ে যেতে হবে। অর্থাৎ ৫ পাকের পরই অপর একটি থাক করে নিতে হবে। এই ভাবে ৩৯ পাক শেষ হলে তারটিকে ১ নং পিনে যুক্ত করুন। আর ২ নং কে চেসিসের সঙ্গে সোল্ডার করতে হবে। এবার ⅛" ইঞ্চি বাদ দিয়ে গ্রিড কয়েল জড়াতে আরম্ভ করুন। প্রথমে তারকে অর্থাৎ ৪ নং কে পূর্ব্বের ২ নং এর সঙ্গে যুক্ত করে নিন। এবার "clock wise" ভাবে ৯৬ পাক জড়াতে আরম্ভ করুন। কিন্তু খেয়াল রাখবেন ৫ পাক জড়ানোর পর একটি থাক করে নিতে হবে। আবার তার উপর আর একটি এইভাবে ৯৬ পাক জড়াতে হবে। জড়ানো শেষ হলে ঐ তারকে ৩ নং পিনের সঙ্গে যুক্ত করতে হবে। এইভাবে আর-এফ্ কয়েল গুটাতে হবে। এই সমগ্র কয়েলকে ২৭৬ নং চিত্রে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

অসিলেটর কয়েল—পূর্ব্বে যে ডায়মেটার যুক্ত কয়েল ফরমারের কথা উল্লেখ করেছি আর তার যে দৈর্ঘ্য বলেছি ঠিক সেই কয়েল ফরমারের প্রয়োজন। পূর্ব্বের ৪০ নং এনামেল তারেই অসিলেটর কয়েল গুটাতে হবে।

প্রথমে কয়েল ফরমারের নীচের দিক থেকে ½ ইঞ্চি বাদ দিয়ে "clock wise" ভাবে ৫০ পাক গুটাতে আরম্ভ করুন। কিন্তু এবারে প্রথম মুখটি ৪ নং পিনে যুক্ত করুন কারণ এই পিনটি এবার চেসিস হবে না। এটি H. T. + এ যুক্ত হবে। ৫০ পাক গুটানোর পর শেষ মুখটি ৩ নং পিনে যুক্ত করতে হবে। এখানেও প্রথম ৫ পাক গুটানোর পর তাকে থাকে থাকে গুটাতে হবে।

২৭৫ নং চিত্র—রেজিষ্ট্যান্স ও কনডেন্সারের সংযোগ

এখন ⅛" ইঞ্চি বাদ দিয়ে অসিলেটর গ্রিড কয়েল গুটাতে আরম্ভ করুন। ২ নং পিনে এক মুখ যুক্ত করে ৭১ পাক গুটাতে হবে। এবারেও ৫ পাকের পর থাক করে নিতে হবে। শেষের মুখ ১ নং পিনে যুক্ত করতে হবে। ২ নং পিনকে

২৭৬ নং চিত্র—
আর-এফ কয়েল

২৭৭ নং চিত্র—
অসিলেটর কয়েল

চেসিসে সোল্ডার করতে হবে। এই সমগ্র কয়েলকে ২৭৭ নং চিত্রে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। এইভাবে চিত্রের প্রতিটি নির্দ্দেশ লক্ষ্য করে কয়েলগুলি প্রস্তুত করে নিতে হবে।

একবিংশ অধ্যায়

কয়েকটি প্রয়োজনীয় সার্কিট

এই অধ্যায়ে কয়েকটি সহজ ও সরল অথচ পরীক্ষিত রেডিও ও এ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট দেওয়া হল। প্রথমে একটি ট্রানজিস্টর সার্কিট ও তার প্র্যাকটিক্যাল সংযোগ-ব্যবস্থাকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে।

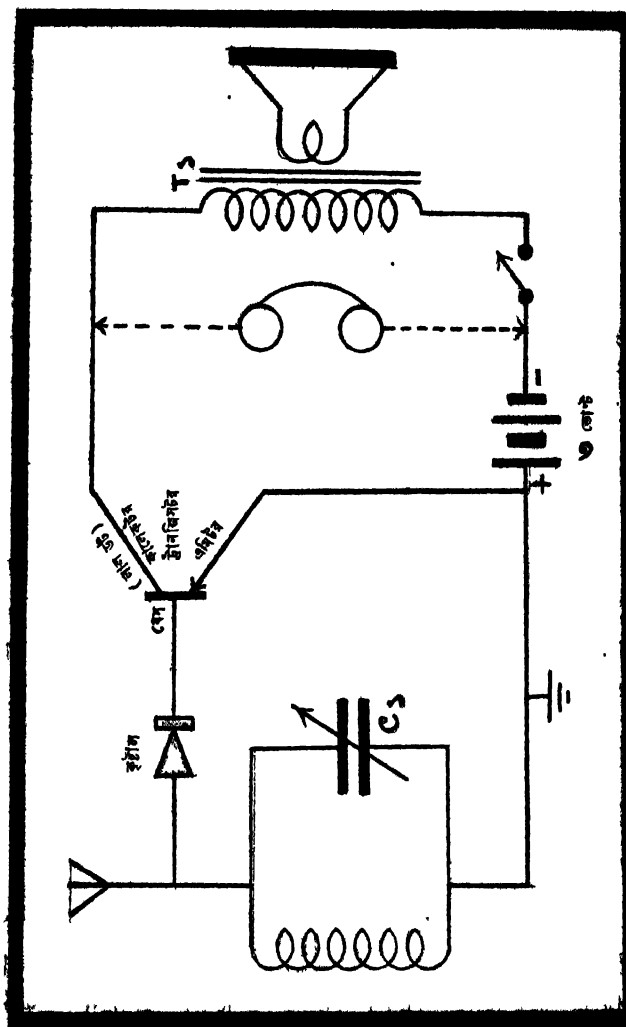
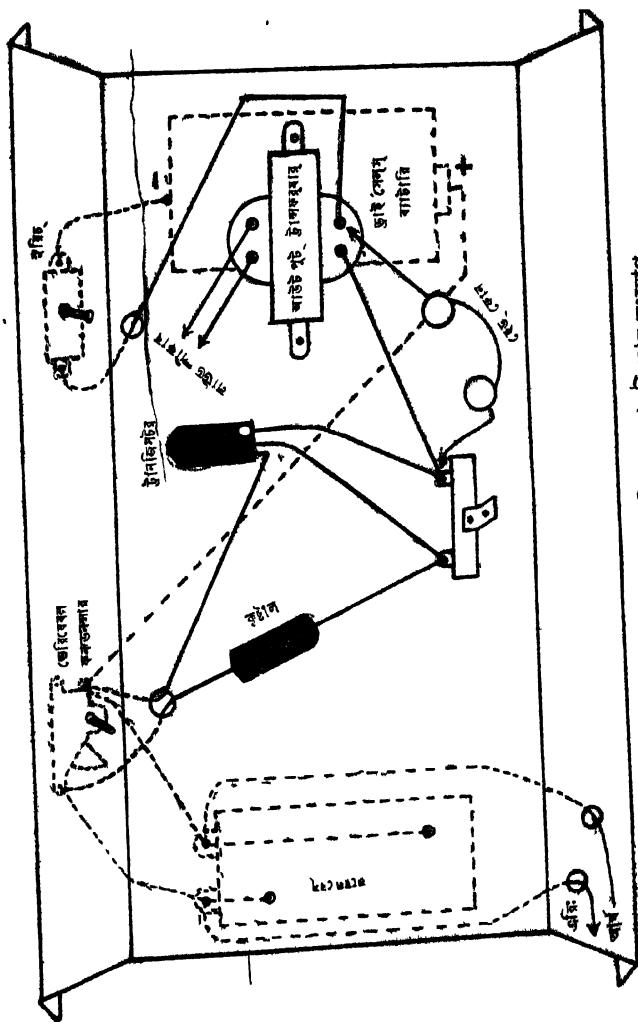
ট্রানজিস্টর সেট

২৭৮ নং চিত্রে যে ট্রানজিস্টর সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে তাতে একটি ট্রানজিস্টর OC71 আর একটি OA85 ফিক্সড কৃষ্টাল ব্যবহার করা হয়েছে। এখানে যে পার্টসগুলি ব্যবহার করা হয়েছে তা হচ্ছে—

পার্টস—

C_5—'০০০৫ (J. B) ভেরিয়েবল কনডেন্সার।

T_5—ট্রানজিস্টর ম্যাচিং আউট-পুট ট্রান্সফরমার।

২৭৮ নং সার্কিটের প্র্যাকটিক্যাল সংযোগকে ২৭৯ নং চিত্রে দেখান হয়েছে। চিত্রে যে কয়েল ব্যবহার করা হয়েছে তা মিডিয়াম ওয়েভসের কয়েল হলেও চলবে। এখানে একটি উল্লেখযোগ্য বিষয় বলে রাখা প্রয়োজন মনে করি যে চিত্রে সকল আর্থ সংযোগকে একটি পয়েন্টে যুক্ত করে আর্থ লাইন যুক্ত করা

২৭৮ নং চিত্র—একটি ট্রানজিসটর যুক্ত সার্কিট

২৭৯ নং চিত্র—২৭৮ নং চিত্রের প্র্যাকটিক্যাল সংযোগ

২৮০ নং চিত্র—দুটি ট্রানজিসটর যুক্ত সার্কিট

হয়েছে। আর এই আর্থ লাইনেই ব্যাটারীর পজিটিভ যুক্ত করা হয়েছে। অনেকে হয়তো মনে করবেন সংযোগ ভুল আছে কিন্তু তা নয় এখানে পজিটিভ আর্থ লাইনের যুক্ত হবে। আর ক্রিষ্টাল সেটে যেরূপ এরিয়াল ও আর্থ ভাল না হলে তা বাজে না এক্ষেত্রেও ঠিক অনুরূপ অবস্থার সৃষ্টি হয়। তাই এই দু'টি সংযোগ ব্যবস্থার প্রতি দৃষ্টি রাখা বিশেষ প্রয়োজন।

২৮০ নং চিত্রে দু'টি ট্রানজিস্টর যুক্ত সার্কিট অঙ্কন করে দেখান হয়েছে এখানে ব্যবহৃত প্রথম ট্রানজিস্টরটি OC71 এবং দ্বিতীয়টি O7C2 আর ক্রিষ্টালটি হচ্ছে OA85 আর এই সার্কিটে যে পার্টস ব্যবহার করা হয়েছে তা হচ্ছে—

পার্টস—

$C_১$—'০০০৫ (JB) ভেরিয়েবল কনডেন্সার।

$C_২$—৮ μfd ৩ ভোল্ট ইলেক্ট্রোলিটিক কনডেন্সার।

$R_১$—৩ কিলো ওমস রেজিষ্ট্যান্স।

$R_২$—৫০ ,, ,, ,,

T—ট্রানজিস্টর ম্যাচিং ট্রান্সফরমার।

এসি/ডিসি ৮ ওয়াট এ্যামপ্লিফায়ার

২৮১ নং চিত্রে একটি এ সি-ডি সি এ্যামপ্লিফায়ারের সার্কিট ডায়গ্রামকে অঙ্কন করে দেখান হয়েছে। যদিও হাই-পাওয়ার এ্যামপ্লিফায়ার এসি/ডিসি করা অত্যন্ত শক্ত—আর তাতে কিছু ডিসটরশন দেখা দেয় তথাপি চিত্রের সার্কিটকে ঠিক মত গঠন করতে পারলে আমার মনে হয় তা থেকে ভাল আওয়াজই পাওয়া যাবে। এই সার্কিটকে যদিও আমি কেবল মাত্র

পিকআপ দিয়ে অঙ্কন করে দেখিয়েছি তথাপি ঐ সার্কিটে মাইকও ব্যবহাব কবা যায়। এই সার্কিটে যে সকল পার্টস ব্যবহার কবা হয়েছে তা নিম্নে দেওয়া হল ঃ—

পার্টস—

C১	=	২৫ μfd ২৫ ভোল্ট ইলেকট্রোলিটিক কনডেন্সার		
C২	=	·১ ,,		,,
C৩	=	0.১ ,,		,,
C৪	=	·00৫ ,,		,,
C৫	=	,, ,,		,,
C৬	=	২৫ ,, ১৫ ভোল্ট ইলেক্ট্রোলিটিক		,,
C৭	=	০০০৫ ,,		,,
C৮	=	১৬ μfd ইলেকট্রোলিটিক		,,
C৯	=	১৬ ,, ,,		,,
R১	=	১ মেগ	ওমস	রেজিষ্ট্যান্স
R২	=	১ কিলো	,,	,,
R৩	=	·২৫ মেগ	,,	,,
R৪	=	·১ ,,	,,	,,
R৫	=	·৫ ,,	,,	ভল্যুম কণ্ট্রোল (সুইচ সহ)
R৬	=	·২৫ ,,	,,	রেজিষ্ট্যান্স
R৭	=	·২৫ ,,	,,	,,
R৮	=	৩ কিলো	,,	,,
R৯	=	·৫ মেগ	,,	,,
R১০	=	২০ কিলো	,,	,,
R১১	=	৬০—৮০	,,	,,
R১২	=	·৫ মেগ	ওমস	,,

২৮১ নং চিত্র—এসি/ডিসি এ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট

$R_{১৩}$	=	৫	কিলি ওমস	রেজিষ্ট্যান্স
$R_{১৪}$	=	'১৫	সিরিজের L. T.	,,

ভ্যালভ—12SJ7, 12SL7, দু'টি 50L6, 35Z5

$T_{১}$—50L6-পুস-পুল আউট-পুট ট্রান্সফরমার

$T_{২}$—এল-এফ্ ফিল্টার চোক

এল-টি রেজিষ্ট্যান্সকে তার ওমস নির্ণয় করে ঠিক মত বেঁধে নিতে হবে। তবে 35Z5 এর প্লেটের জন্য ১০০ ওমস থেকে ট্যাপিং করতে হবে। আর পূর্ব্বে এল-টি রেজিষ্ট্যান্সের ওমস নির্ণয়ের যে সূত্র দিয়েছি তা'থেকে দেখুন বোধহয় ফিলামেন্টের জন্য ৪00 ওমস ট্যাপিং এর প্রয়োজন হবে।

১০ ওয়াট এসি এ্যামপ্লিফায়ার

২৮২ নং চিত্রে একটি ১০ ওয়াট এসি এ্যামপ্লিফায়ারের সার্কিট ডায়গ্রামকে অঙ্কন করে দেখান হল। এই সার্কিটে মাইক্রোফোন ও পিক আপ দু'টির সংযোগই দেখান হয়েছে। এখানে 6SL7 টিউবকে ফেজ-ইনভার্টার হিসাবে ব্যবহার করা হয়েছে। আর $T_{১}$ পুস-পুল আউট-পুট হিসাবে একটি সেকেণ্ডারীতে বিভিন্ন ট্যাপিংযুক্ত ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা হয়েছে। সেটটিকে কাজ করাবার সময় স্পীকারকে বিভিন্ন ট্যাপিং এ যুক্ত করে দেখে নেবেন কোথায় বেশ ভাল আওয়াজ পাওয়া যায়। এই সার্কিটে যে সকল পার্ট ব্যবহার করা হয়েছে তা হচ্ছে—

পার্টস—

$C_{১}$	=	•২	μfd	কনডেন্সার
$C_{২}$	=	,,	,,	,,

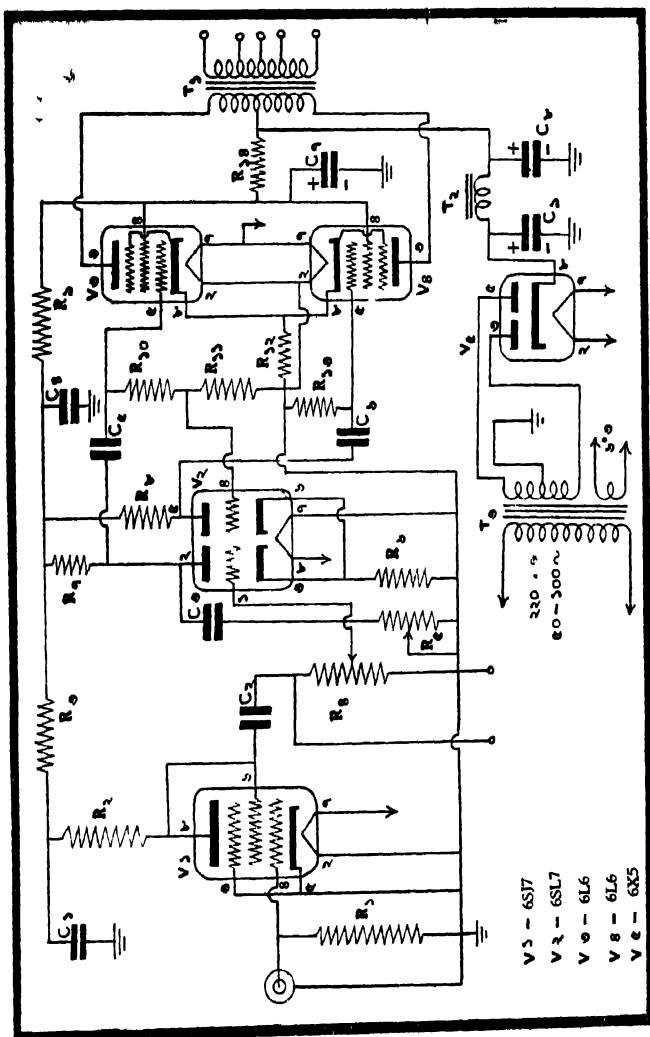
$C_{৩}$	=	·০২	μfd		কনডেন্সার
$C_{৪}$	=	৮	,,	ইলেকট্রোলিটিক	,,
$C_{৫}$	=	·১	,,		,,
$C_{৬}$	=	,,			,,
$C_{৭}$	=	৮	,,	,,	,,
$C_{৮}$	=	১৬	,,	,,	,,
$C_{৯}$	=	,,	,,	,,	,,
$R_{১}$	=	·৫	মেগ	ওমস	বেজিষ্ট্যান্স
$R_{২}$	=	·১	,,	,,	,,
$R_{৩}$	=	৫০	কিলো	,,	,,
$R_{৪}$	=	·৫	মেগ	ওমস	ভল্যুম কণ্ট্রোল (সুইচ সহ)
$R_{৫}$	=	·৫	,,	,,	টোন কণ্ট্রোল
$R_{৬}$	=	৫০০	ওমস		রেজিষ্ট্যান্স
$R_{৭}$	=	·১	মেগ	ওমস	,,
$R_{৮}$	=	,,	,,	,,	,,
$R_{৯}$	=	২০	কিলো	,,	,,
$R_{১০}$	=	·৫	মেগ	,,	,,
$R_{১১}$	=	২০	কিলো	,,	,,
$R_{১২}$	=	২৫০	ওমস		,,
$R_{১৩}$	=	·৫	মেগ	,,	,,
$R_{১৪}$	=	কিলো	ওমস	১ ওয়াট	,,

ভ্যালভ—6SJ7, 6SL7, 6L6 দুটি এব 6X5

$T_{১}$—6L9 পুস-পুল আউট-পুট ট্রান্সফরমার

$T_{২}$—এল-এভ্ ফিল্টার চোক

$T_{৩}$—এ সি মেন বা পাওয়ার ট্রান্সফরমার।

১৮২ নং চিত্র—এসি এ্যামপ্লিফায়ার সার্কিট

এতক্ষণ যে সকল সার্কিট ডায়গ্রাম ও তার বিভিন্ন নির্দ্দেশাদি দিলাম আশা করি প্র্যাকটিক্যাল সংযোগ না দেখালেও সেই নির্দ্দেশ অনুসরণ করে শিক্ষার্থীরা এই সেটগুলি অনায়াসেই প্রস্তুত করতে পারবেন। আর ঠিক মত প্রস্তুত করতে পারলে এই সকল সেট থেকে বেশ ভাল আওয়াজই পাওয়া যাবে বলে মনে হয়। কারণ এই সেটগুলি আমার নিজে হাতে প্রস্তুত এবং পরীক্ষিত।

—সমাপ্ত—